

**TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.03/30.12.2019.T.03.04 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI

TASHMATOV RAVSHAN KOBILOVICH

**SOVUQ HOLATDA SHTAMPLASH ASBOBLARINI CHIDAMLILIGINI
OSHIRISH UCHUN TERMİK PUXTALASH TEXNOLOGIYASINI
TAKOMILLASHTIRISH**

05.02.01 – Mashinasozlikda materialshunoslik. Quymachilik. Metallarga termik va bosim ostida ishlov berish. Qora, rangli va noyob metallar metallurgiyasi. Kamyob, nodir va radioaktiv elementlar texnologiyasi (Quymachilik va metallarga ishlov berish texnologiyasi yo‘nalishi)

**TEXNIKA FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD)
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

Toshkent – 2024

**Texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD)
dissertatsiyasi avtoreferati mundarijasi**

**Оглавление автореферата диссертации
доктора философии (PhD) технических наук**

**Contents of dissertation abstract of Doctor of Philosophy
(PhD) on Technical Sciences**

Tashmatov Ravshan Kobilovich

Sovuq holatda shtamplash asboblari chidamliligini oshirish uchun termik puxtalash texnologiyasini takomillashtirish.....3

Ташматов Равшан Кобирович

Совершенствование технологии термического упрочнения для повышения стойкости инструмента холодной штамповки.....19

Tashmatov Ravshan Kobilovich

Improving heat strengthening technology to increase the tool life of cold forming.....35

E‘lon qilingan ishlar ro‘uxati

Список опубликованных работ

List of published works.....39

**TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.03/30.12.2019.T.03.04 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI

TASHMATOV RAVSHAN KOBILOVICH

**SOVUQ HOLATDA SHTAMPLASH ASBOBLARINI CHIDAMLILIGINI
OSHIRISH UCHUN TERMİK PUXTALASH TEXNOLOGIYASINI
TAKOMILLASHTIRISH**

05.02.01 – Mashinasozlikda materialshunoslik. Quymachilik. Metallarga termik va bosim ostida ishlov berish. Qora, rangli va noyob metallar metallurgiyasi. Kamyob, nodir va radioaktiv elementlar texnologiyasi (Quymachilik va metallarga ishlov berish texnologiyasi yo‘nalishi)

**TEXNIKA FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD)
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

Toshkent – 2024

Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2022.2.PhD/T2856 raqam bilan ro'yxatga olingan.

Dissertatsiya Toshkent davlat texnika universitetida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyume)) Ilmiy kengash veb-sahifasida (www.tdtu.uz) va "Ziyonet" Axborot ta'lim portalida (www.ziyonet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:

Berdiyev Darob Muratovich
texnika fanlari doktori, professor

Rasmiy opponenlar:

Norxudjayev Fayzulla Ramazanovich
texnika fanlari doktori, professor

Begatov Jaxongir Muxammadjonovich
texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori, dotsent

Yetakchi tashkilot:

Milliy texnologik tadqiqotlar universiteti
"MISiS"ning Olmaliq shahridagi filiali

Dissertatsiya himoyasi Toshkent davlat texnika universiteti huzuridagi DSc.03/30.12.2019.T.03.04. raqamli Ilmiy kengashning 2024-yil "16" mart soat 11⁰⁰ dagi majlisida bo'lib o'tadi. (Manzil: 100095, Toshkent shahri, Olmazor tumani, Universitet ko'chasi 2-uy. Tel./faks: (99871) 227-10-32, e-mail: tadqiqotchi@edu.uz.)

Dissertatsiya bilan Toshkent davlat texnika universiteti Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (373-raqam bilan ro'yxatga olingan). (Manzil: 100095, Toshkent shahri, Olmazor tumani, Universitet ko'chasi 2-uy. Tel./faks: (99871) 227-10-32)

Dissertatsiya avtoreferati 2024-yil "2" martda tarqatildi.
(2024-yil "2" martdagi 175-raqamli reyestr bayonnomasi).

K.A.Karimov
Ilmiy darajalar beruvchi
ilmiy kengash raisi,
texnika fanlari doktori, professor

Sh.B.Tashbulatov
Ilmiy darajalar beruvchi
ilmiy kengash ilmiy kotibi texnika fanlari bo'yicha
falsafa doktori, dotsent

N.D. Turaxodjayev
Ilmiy kengash huzuridagi ilmiy
darajalar beruvchi ilmiy seminar raisi,
texnika fanlari doktori, professor

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasiga avtoreferat)

Dissertatsiya mavzusining zarurati va dolzarbligi. Jahonda sovuq holatda list shtamplashda qo'llaniladigan po'lat qotishmalaridan tayyorlangan shtamplash asboblarning xizmat muddatini uzaytirish maqsadida ularning asosiy ishchi qismlarining chidamliligini ta'minlash hamda ish unumdorligini oshirish muhim ahamiyat kasb etmoqda. Bu borada dunyodagi ushbu sohada rivojlangan mamlakatlar, jumladan, Buyuk Britaniya, AQSH, Kanada, Shvetsariya, Hindiston va boshqa mamlakatlarning ilmiy-tadqiqot muassasalarida ishqalanib ishlaydigan shtamplash asboblarning chidamliligini oshirishni ta'minlaydigan texnologiyalarni yaratish va amaliyotga tatbiq etish masalalariga alohida e'tibor qaratilmoqda.

Jahonda po'latdan tayyorlangan shtamplash asboblariga ishlov berishda strukturadagi faza o'zgarish jarayonlarini ta'minlashga asoslangan termik ishlov berish usuli bilan ularning xossalarini oshirish ustida keng qamrovli ilmiy tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Ushbu yo'nalishda, jumladan, termik ishlov berish jarayonlarida qo'llaniladigan elektr energiyasini noan'anaviy termik ishlov berish usullari bilan almashtirish asosida energiya tejamkor texnologiyalarni ishlab chiqish alohida ahamiyat kasb etmoqda. Shu bilan birga, sovuq holatda shtamplash asboblarining chidamliligini oshirish uchun termik puxtalash texnologiyasini takomillashtirish zarur vazifalardan hisoblanadi.

MDH davlatlari olimlari, jumladan Rossiya va Qirg'iziston tadqiqotchilari tomonidan shtamplash asboblarining ishlash sharoiti, shtamp asboblarida kelib chiqadigan muammolarni bartaraf etish, ularni ishlash muddatini oshirish maqsadida qoplamalar qoplash texnologiyalari ishlab chiqilgan. Respublikamizda ham sovuq holatda list shtamplash asboblarining ekspluatatsion xossalarini, jumladan, siklik termik ishlov berish yordamida ularning xizmat muddatini oshirish, termik ishlov berish texnologiyalarini takomillashtirish, ishlab chiqarishda material sarfini kamaytirish ustida qator tadqiqotlar olib borilmoqda.

Mazkur dissertatsiya tadqiqoti O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 24-yanvardagi "Respublikada ishlab chiqarishni rivojlantirish va sanoat kooperatsiyasini kengaytirishning samarali tizimini yaratish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PQ – 99 – sonli Qarori, hamda ushbu qaror 2.1 – lovasida keltirilgan 2022-yilda iqtisodiyot tarmoqlari tomonidan yangi mahsulotlarni ishlab chiqarish va mavjud quvvatlarni kengaytirish bo'yicha loyihalari¹, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 6-iyuldagi "2022 – 2026-yillarda O'zbekiston Respublikasining innovatsion rivojlanish strategiyasini tasdiqlash to'g'risida"gi PQ – 307 – sonli Qarori hamda ushbu qaror 3-ilovasida keltirilgan 2022-2023 yillarda iqtisodiyotning real sektori tarmoqlari tomonidan yangi innovatsion mahsulotlar ishlab chiqarishni yo'lga qo'yish bo'yicha amalga oshiriladigan aniq ustuvor loyihalarni amalga oshirish, hamda 2022-2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasida "...mashinasozlik korxonolari negizida kon-metallurgiya mashinalari, texnikalari va uskunalarni ishlab

¹ O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 24-yanvardagi "Respublikada ishlab chiqarishni rivojlantirish va sanoat kooperatsiyasini kengaytirishning samarali tizimini yaratish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PQ – 99 – sonli Qarori

chiqarishni joriy etish va mahsulot turlarini kengaytirish, mahalliyashtirish darajasini oshirish hamda ular uchun zarur jihozlar va butlovchi qismlarni ishlab chiqarishni tashkil etish ...” Qarori hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa meʼyoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga ushbu dissertatsiya ishi muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yoʻnalishlariga mosligi. Dissertatsiya ishi boʻyicha tadqiqotlar respublika fan va texnologiyalarni rivojlantirishning II “Energetika, energiya va resurstejamkorlik” ustuvor yoʻnalishiga mos keladi.

Muammoning oʻrganilganlik darajasi. Dunyo amaliyotida poʻlatning qattiqligini shtamlash asbobining ishlash sharoiti va chidamliligiga taʼsirini oʻrganish, siklik yuklanish ostida shtamlash asboblari uchun xos boʻlgan shikastlanishlar nazariyalarini umumlashtirish hamda kam uglerodli poʻlatlarning zarbiy qovushqoqligini oshirish texnologiyalarini ishlab chiqishga S.A. Benvi, S.S. Manson, D.L. Henry, N.M. Newmark, Ravi Kiran, Jalaj Kumar, Vikas Kumar va boshqa olimlar ulkan hissa qoʻshganlar. Bu tadqiqotlar natijasida shtamlash asbobining tuzilishini oʻzgartirish orqali asbobning xususiyatlariga bogʻliqligini yaratish texnologiyasi, poʻlat listlarni shtamlash jarayonida shtamp asboblarining qizishi natijasida poʻlatning mikro hamda makrostrukturalarida oʻzgarishini tadqiqot qilish nazariyalari ishlab chiqilgan, kam uglerodli poʻlatlardan ishlab chiqarilgan shtamlash asboblarini zarbiy qovushqoqligini siklik qizdirib termik ishlov berish yordamida oshirishga erishilgan.

Rossiya olimlari Ye.N. Lanskoj, A.N. Banketov, A.V. Kornilova, R.I. Nepershin, A.E. Artes, Ye.N. Sosenushkinlar shtamlash asboblarining qattiqligini ularning ishlash sharoiti va chidamlilikka taʼsirini oʻrganishgan, shtamlash jarayonida shtamp asboblarida kelib chiqadigan muammolarni bartaraf etish boʻyicha ish olib borishgan. Natijada, shtamlash asboblarining chidamliligini oshirish va ideal plastik yarim boʻshliqda ishlaydigan silliq sharsimon shtamlash asbobini joriy etish texnologiyalari ishlab chiqilgan. Qirgʻiziston olimi S.K. Kasimkulov qiyin deformatsiyalanadigan materialdan shtamlash asboblarini tayyorlash boʻyicha ishlar olib borgan. Natijada, qiyin deformatsiyalanadigan materialdan shtamlash asboblarini tayyorlash texnologiyasi ishlab chiqilgan.

Oʻzbek olimlari A.A. Muxamedov, F.R. Norxudjayev, D.M. Berdiyev va boshqalar tomonidan kam legirlangan asbobsozlik poʻlatlaridan tayyorlangan asboblarning yeyilishbardoshliligini, poʻlatlarni nitrosegmentatsiyalash orqali bardoshliligini oshirish texnologiyalari ishlab chiqilgan. Poʻlatlarga noanʼanaviy termik ishlov berib, ularning strukturasi oʻzgarishini yeyilishga bardoshlilikka taʼsirini oʻrganish ishlari olib borilgan. Ushbu ishda poʻlatlardagi strukturalarning oʻzgarishi aynan ularga noanʼanaviy termik ishlov berishda aniqlash imkonini bergan. Biroq bu ilmiy ishlarda poʻlatlarni odatda qabul qilingan haroratgacha qizdirib toblashdan oldingi strukturaviy koʻrsatkichlarining shakllanish mexanizmiga, dastlab yuqori haroratda qizdirish haroratining taʼsiri qanday boʻlishi, odatdagi qabul qilingan haroratgacha qizdirilganda, dastlabki oʻta qizdirilgandagi yaʼni, ekstremal haroratgacha qizdirilgan boshlangʻich mikro va mayin strukturalarning nasllanishini qanday koʻrinishda shakllanishining

ifodalanishi mumkinligi masalalari yetarli darajada o'rganilmagan.

Dissertatsiya tadqiqotining dissertatsiya bajarilgan oliy ta'lim muassasasining ilmiy – tadqiqot ishlari rejalari bilan bog'liqligi.

Dissertatsiya tadqiqoti Toshkent davlat texnika universiteti ilmiy-tadqiqot ishlari rejasining "O'zmetkombinat" AJ bilan tuzilgan 2021-yil 16-avgustdagi 1828 – 06/2021-sonli "Sovuq holatda shtamplash asboblarning yeyilishga bardoshlilikini oshirish uchun termik puxtalash texnologiyasini takomillashtirish" mavzusidagi xo'jalik shartnoma (2021 y.) asosida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi sovuq holatda shtamplash asboblarning chidamliligini oshirish uchun termik puxtalash texnologiyasini takomillashtirishdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

- korxonadan termik ishlov berilgan sovuq holatda list shtamplash asboblari kelib chiqadigan muammolarini tahlil qilish;

- dastlabki toblangan po'latning strukturasi oraliq bo'shatish harorati va ushlab turish vaqtining ta'sirini aniqlash;

- oraliq bo'shatib toblashda po'latning strukturasi va xossalari ta'sirini tahlil qilish;

- oraliq bo'shatish bilan termik ishlov berishning po'latlar toblanuvchanligiga ta'sirini aniqlash;

- tahlil natijalariga asoslangan holda sovuq holatda list shtamplash asboblarning chidamliligini oshirish uchun noan'anaviy oraliq bo'shatish bilan takomillashtirilgan termik ishlov berish texnologiyasini ishlab chiqishdan iborat.

Tadqiqotning obyektini sifatida U8 markali po'latdan seriyali ishlab chiqariladigan sovuq holatda list shtamplashda ko'p foydalaniladigan OPK-1, OPM-1, OPKCh-2, OPKCh-3,5, OPB-3, OPCh-2, OPMD, MV R-14, OMCh-3,5 va boshqa markali puanson hamda matritsalar olingan.

Tadqiqotning predmetini oraliq bo'shatib termik ishlov berish orqali po'latlarning kristall strukturasi dislokatsiya zichligini va ularni toblash uchun qulay bo'lgan boshlang'ich strukturani shakllantirish, po'latdan tayyorlangan shtamplash asboblarning chidamliligini ta'minlash jarayonini tashkil etadi.

Tadqiqotning usullari. Tadqiqot na'munalari kimyoviy tarkibini aniqlash va qotishma mikrostrukturasi tahlillari uchun Carl Zeiss Axiovert 40 MAT hamda OLYMPUS, makrostruktura tahlillarida MBS-2 mikroskoplaridan, termik ishlov berilgan po'latlarning qattiqligini aniqlash uchun TSh-2M va TK-2 jihozidan, toblanuvchanlikni aniqlashda toresli toblashning tahliliy usullaridan foydalanilgan hamda ularning fizik-mexanik xossalari, ekspluatatsion ko'rsatkichlarini aniqlashda davlat standartlari qo'llanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

puanson va matritsalarining ishchi qismlariga termik ishlov berish texnologiyasi po'lat listlarni shtamplash mobaynida yuzaga keladigan zo'riqish kuchlarining hosil bo'lish joylari asosida ishlab chiqilgan;

sovuq holatda shtamplovchi puansonni 450°C haroratda oraliq qizdirib bo'shatish bilan takomillashtirilgan termik ishlov berishning izotermik rejimi po'lat strukturalarini o'zgarishi, tuzilish va xususiyatlariga ta'sirini austenitning

izotermik o'zgarish diagrammasi asosida ishlab chiqilgan;

matritsani yuqori haroratda qizdirish bilan termik ishlov berish texnologiyasi perlitning austenitga aylanishi natijasida ferrit bilan sementit chegarasida austenitning boshlang'ich donalari hosil bo'lishi asosida ishlab chiqilgan;

chala martensit hosil qilingan maydonda qoldiq austenit mavjud bo'lganda asbobsozlik po'latlari toblanuvchanlikda darz ketishi hosil bo'lmasligi aniqlangan;

sovuq holatda list shtamplash asboblarning chidamliligini oshirish uchun oraliq bo'shatib toblash orqali termik ishlov berish texnologiyasi takomillashtirilgan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

“O'zmetkombinat” AJda puanson va matritsalarining ishchi qismlarining termik ishlov berish texnologiyasi joriy qilingan;

sovuq holatda list shtamplovchi puansonni 450°C haroratda oraliq qizdirib bo'shatish bilan takomillashtirilgan termik ishlov berishning izotermik rejimi joriy qilingan;

matritsani yuqori haroratda qizdirish bilan termik ishlov berish texnologiyasi joriy qilingan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi aniq qo'yilgan vazifalar asosida olingan mexanik va ekspluatatsion xossalari ko'rsatkichlari ortganligi hamda fizik – matematik hisoblar asosida olingan natijalarni taqqoslash va to'liq mosligini ta'minlash orqali iqtisodiy jihatdan arzon va sifatli po'latdan tayyorlangan shtamplash asboblari oraliq bo'shatish orqali termik ishlov berib, ishlab chiqilgan matematik modellar asosida olingan natijalarning tadqiqot natijalariga mosligini taqqoslash orqali izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati yetakchi olimlar tadqiqotlarining tahlillari hamda o'tkazilgan tadqiqot natijalari asosida sovuq holatda list shtamplash uchun puanson va matritsalarining chidamliligini oshirish bo'yicha takomillashtirilgan texnologiya ishlab chiqilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati oraliq bo'shatib toblangan holda po'latdan tayyorlangan puanson va matritsalarining dislokatsiya zichligining ortishi va hosil bo'lgan austenit toblangandan so'ng martensit strukturasi o'zgarganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi.

Sovuq holatda shtamplash asboblarning chidamliligini oshirish uchun termik ishlov berish usuli bilan puxtalash texnologiyasini takomillashtirish bo'yicha olingan natijalar asosida:

puanson va matritsalarining ishchi qismlarini termik ishlov berish texnologiyasi “O'zmetkombinat” AJning Xalq iste'moli mollari ishlab chiqarish sexiga joriy qilingan (“O'zmetkombinat” AJning 26.05.2022-yildagi ma'lumotnomasi). Joriy qilish natijasida puanson va matritsalarining ishchi yuzalarining xizmat muddati 1,2-1,3 martaga oshgan;

sovuq holatda shtamplovchi puansonni 450°C haroratda oraliq qizdirib bo'shatish bilan takomillashtirilgan termik ishlov berishning izotermik rejimi “O'zmetkombinat” AJning Xalq iste'moli mollari ishlab chiqarish sexiga joriy

qilingan (“O‘zmetkombinat” AJning 26.05.2022-yildagi ma’lumotnomasi). Joriy qilish natijasida metall sarfi 12-15% ga kamaytirishga imkon bergan;

matritsani yuqori haroratda qizdirish bilan termik ishlov berish texnologiyasi “O‘zmetkombinat” AJning Xalq iste’moli mollari ishlab chiqarish sexiga joriy qilingan (“O‘zmetkombinat” AJning 26.05.2022 yildagi ma’lumotnomasi). Joriy qilish natijasida matritsaga termik ishlov berish uchun sarf bo‘ladigan kapital xarajatlar 15-20 % ga kamaygan.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Dissertatsiya ishining natijalari 13 ta xalqaro va 2 ta respublika ilmiy-texnik anjumanlarida ma’ruza qilingan va muhokamadan o‘tgan.

Tadqiqot natijalarining e’lon qilinganligi. Dissertatsiya mavzusi bo‘yicha jami 14 ta ilmiy ish chop etilgan, shulardan, O‘zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining falsafa doktori (PhD) dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 12 ta maqolalar, jumladan 6 ta respublika va 6 ta chet el ilmiy jurnallarida nashr etilgan, shundan 2 ta “Scopus” xalqaro ma’lumotlar bazasidagi jurnallarda nashr etilgan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya kirish, to‘rtta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxatidan iborat. Dissertatsiya hajmi 120 betni tashkil etadi.

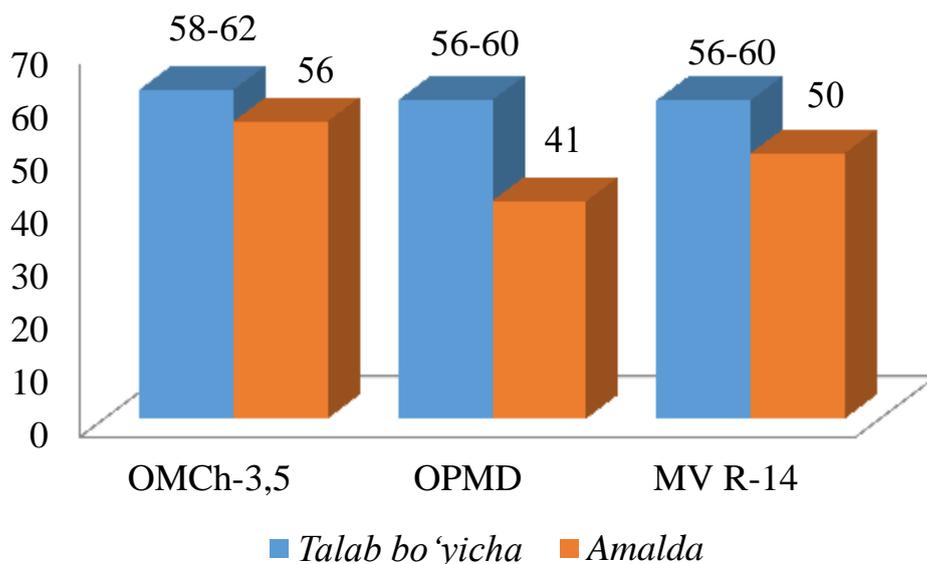
DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Dissertatsiyaning kirish qismida tanlangan mavzuning dolzarbligi va zarurati asoslangan bo‘lib, olib borilgan tadqiqotning asosiy maqsadi va masalalari ifodalangan, tadqiqotning obyekt va predmeti tavsiflangan, Respublikaning fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlariga mosligi ko‘rsatilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon qilingan.

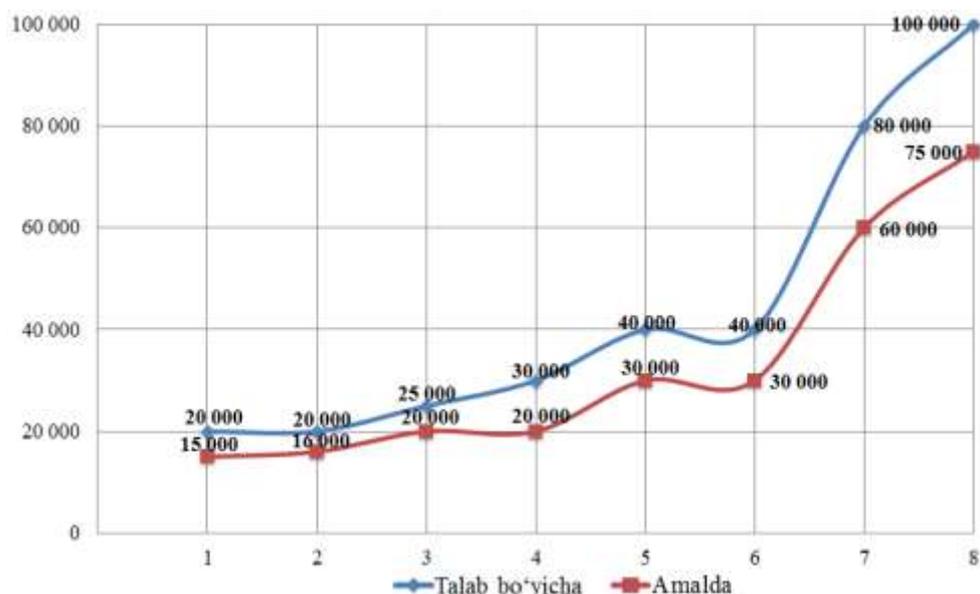
Dissertatsiyaning **“Sovuq holatda shtamplash asboblarning konstruksiyasi, ishlash sharoiti va ularning chidamliligini oshirish usullari”** deb nomlangan birinchi bobida mavzu bo‘yicha adabiyotlar tahlil qilinib, sovuq holatda list shtamplashda asbobda yuzaga keladigan kuchlanishlar va ularni aniqlash usullari, shu bilan birga sovuq holatda cho‘ktiradigan shtamplash asboblarning matritsa hamda puansonlarining chidamliligini oshirish usullari o‘rganilgan. Po‘latga termik ishlov berish orqali strukturaviy ko‘rsatkichlarini o‘zgartirish yordamida ekpulatatsion xossasini oshirish, ikki fazali qayta kristallanish bilan termik ishlov berish, po‘latning dastlabki qizishi bilan bog‘liq nasllanish, shtamplash asboblarning ishlash sharoitlari hamda shtamplash asboblarning ekspluatatsion xossalari o‘rganilgan.

“O‘zmetkombinat” AJ korxonasida turli xildagi mahsulotlarni sovuq holatda shtamplab ishlov berish uchun mo‘ljallangan shtamp asboblarning holatlari tahlil qilingan (1,2,3-rasmlar).

O‘rganilgan shtamplash asboblari xossalari tahlili shuni ko‘rsatdiki, barcha shtamplash asboblari asosan U8 markali asbobsozlik po‘latidan tayyorlanishi, ayrim hollarda talab qilingan markadagi po‘latlar yetishmaganida 40X markali konstruksion po‘latdan ham foydalanishligi keltirilgan.



1-rasm. Muddatidan oldin ishga yaroqsiz holga kelgan shtamplash asboblari qattiqligini solishtirma gistogrammasi



2-rasm. Shtamplash asboblarning korxonada talabi bo'yicha hamda amalda o'rtacha shtamplanishi lozim bo'lgan mahsulot sonining tahliliy diagrammasi (MV R-14 (1); OMCh-3,5 (2); OPMD (3); OPB-3 (4); OPK-1 (5); OPM-1 (6); OPCh-2 (7); OPKCh-2 va 3,5 (8))



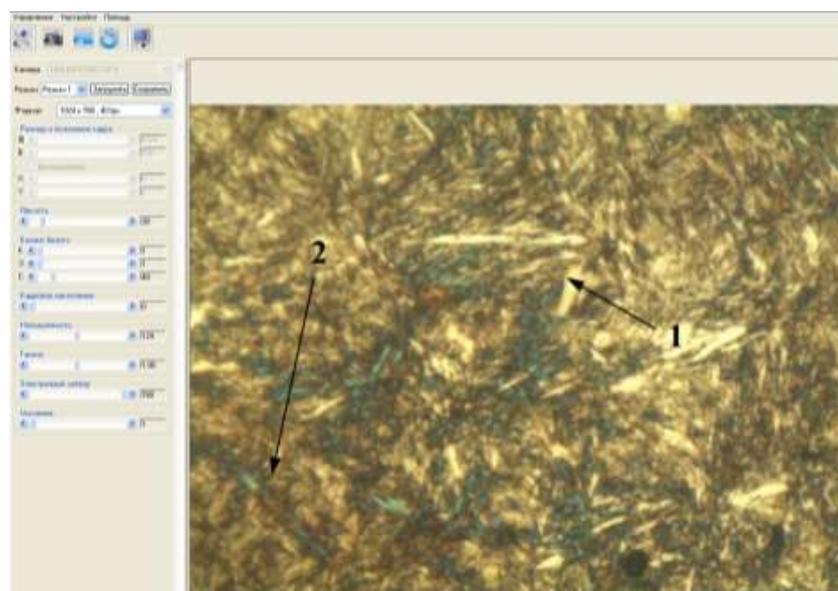
3-rasm. OPMD markali puansonni sinchiklab tekshirish davomida puanson yoriqlarining birlashishi natijasida rezba atrofidagi qismlarning mo'rt sinishi kuzatilgan

Tahlil natijasida o'rganilgan OPK-1, OPM-1, OPKCh-2, OPKCh-3,5, OPMD va MV R-14 markali shtamplash asboblarning ishchi qismlarining qattiqligi 58÷62 HRC tashkil etishi lozimligi, shundagina shtamplash asboblari uchun talab etilgan ekspluatatsion xossaga to'liq javob berishi keltirilgan. Ishga yaroqsiz holga kelgan shtamplash asboblarning tashqi ko'rinishi tahlil qilinganligi natijasida, shtamplash asboblarning bardoshlilikiga ta'sir ko'rsatuvchi bir qancha nuqsonlar borligi, OPMD markali puansonning ishchi qismlarida darz ketish, yemirilish natijasida muddatidan oldin ishga yaroqsiz holatga kelganligi aniqlangan.

Tadqiqot davomida ko'p miqdorda sulfidlar, mo'rt va egiluvchan silikatlar hamda chiziqli oksidlar kabi metallmas qo'shimchalar borligi aniqlangan. Shuningdek, U8 markali po'latdan ishlab chiqarilgan puansonning ishchi yuzasi strukturasi 4-5 ball o'lchamdagi yirik donachali perlit, ferrit, grafit, donachali perlit strukturalari hamda korxonada tomonidan termik ishlov berilgan shtamplash asboblarning o'ta kuyishi natijasida yirik donachali austenit va yirik ignali martensit hosil bo'lganligi aniqlangan (4,5-rasmlar).



4-rasm. 1) ferrit; 2) perlit; 3) grafit (×1000) (4-5 ball)



5-rasm. 1) yirik donali austenit; 2) yirik ignali martensit (×1500)

Dissertatsiyaning “Obyekt tanlash va eksperimental tadqiqot qilish metodikasi” deb nomlangan ikkinchi bobida tadqiqotning obyekti sifatida sovuq holatda list shtamplash asboblarini U8 va qo‘shimcha hollarda 40X markali po‘latlardan seriyali ishlab chiqarishda ko‘p foydalaniladigan puanson hamda matritsalarini tahlillari usullari keltirilgan.

Xususan tadqiqot namunalarining austenit struktura donachasini aniqlash uchun “O‘zmetkombinat” AJning markaziy laboratoriyasida Carl Zeiss Axiovert 40 MAT modeli mikroskopdan foydalanilgan. Bunda ushbu mikroskop orqali tahlil qilinayotgan namunalarni 200 dan 1000 martagacha kattalashtirilib olingan. Olingan mikroskopik mikrostruktura tahlillari asosida tadqiqot namunalari suyuqlantirish davrida qo‘shilishi mumkin bo‘lgan, tarkibidagi metall bo‘lmagan qo‘shimchalar nazorati usullari tahlil qilingan. Tadqiqot namunalarining austenit donachasini kattaligi GOST 5639-65 bo‘yicha aniqlangan.

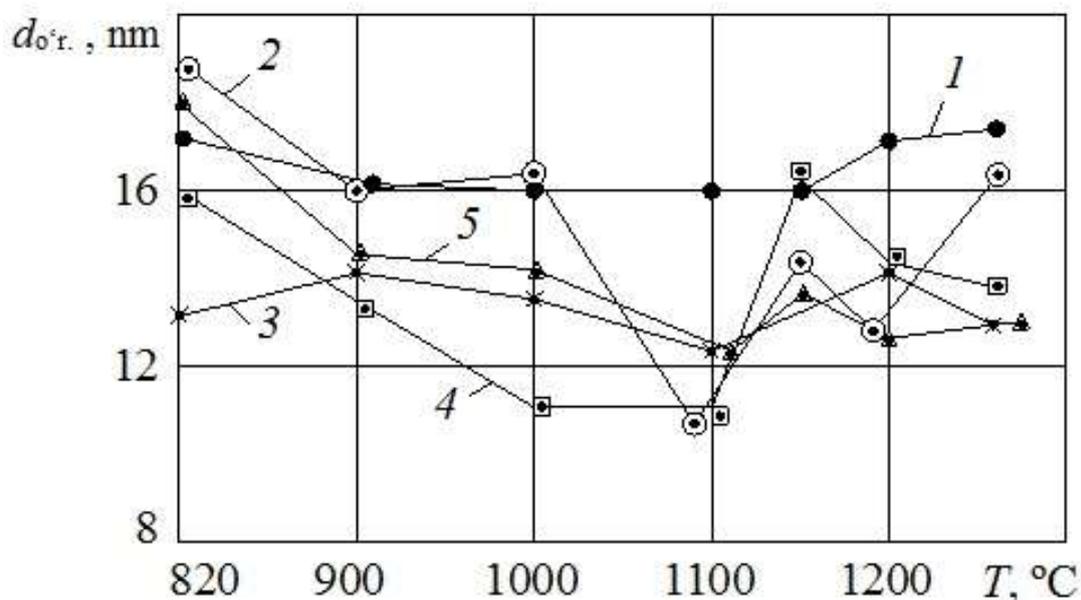
Shu bilan birga tadqiqot namunalarining mikrostrukturalari hamda qotishma kimyoviy tarkibi Turkiya Respublikasining Nejmeddin Erbakan universitetining BITAM markaziy laboratoriyasida OLYMPUS mikroskopida tahlil qilindi, Belarus Respublikasi Belarus milliy texnika universiteti “Mashinasozlikda materialshunoslik” va “S.I.Gubkin nomidagi Metallarga bosim bilan ishlov berish mashinalari va texnologiyasi” kafedralarining laboratoriyalarida namunaning rentgen nurlari difraksion tahlili Shimadzu rusumidagi rentgenografik analizatorida, po‘latning toblanuvchanligini GOST 5657-69 bo‘yicha Djomini usuli bilan namunaning oxirgi qismidan toblash qurilmasida amalga oshirilgan. Termik ishlov berilgan namunalarining qattiqligini aniqlashda TSh-2M va TK-2 qattiqlik o‘lchaydigan, namuna sifatida olingan puansonning listga zarb berib ishqalanishi orqali yeyilishbardoshlilikni aniqlashda “AB6130” rusumli list shtamplaydigan press jihozlaridan foydalanilgan (6-rasm).



6-rasm. Diametri $\varnothing 50$, balandligi 70 mm hamda yon tomonlarining uzunligi 119 mm bo‘lgan shtamplash asbobining ishlash jarayonida yeyilishga sinovi

Dissertatsiyaning “Sovuq holatda list shtamplash asboblari takomillashtirilgan texnologiya asosida termik ishlov berish va uning tadqiqot qilinarayotgan po‘latlarning strukturasi ta’siri” deb nomlangan uchinchi bobida sovuq holatda list shtamplashda foydalaniladigan po‘latlarning dislokatsiyalar zichligini dastlabki qizdirib toblash va oraliq qizdirib bo‘shatish haroratiga bog‘liqligi tadqiqotlari natijalari keltirilgan.

7-rasmda termik ishlov berishdan so‘ng U8 po‘latning austenit donachalarini $d_{o.r.}$ o‘rtacha diametrining o‘zgarishi $T_{d.t.}$ dastlabki toblash haroratiga bog‘liqligi ko‘rsatilgan. Termik ishlov berilgan namunalarning austenit donachasi o‘lchami qizdirish pechida qizdirilgan metall donachalardan 1-2 ballga kichik ekanligi aniqlangan.



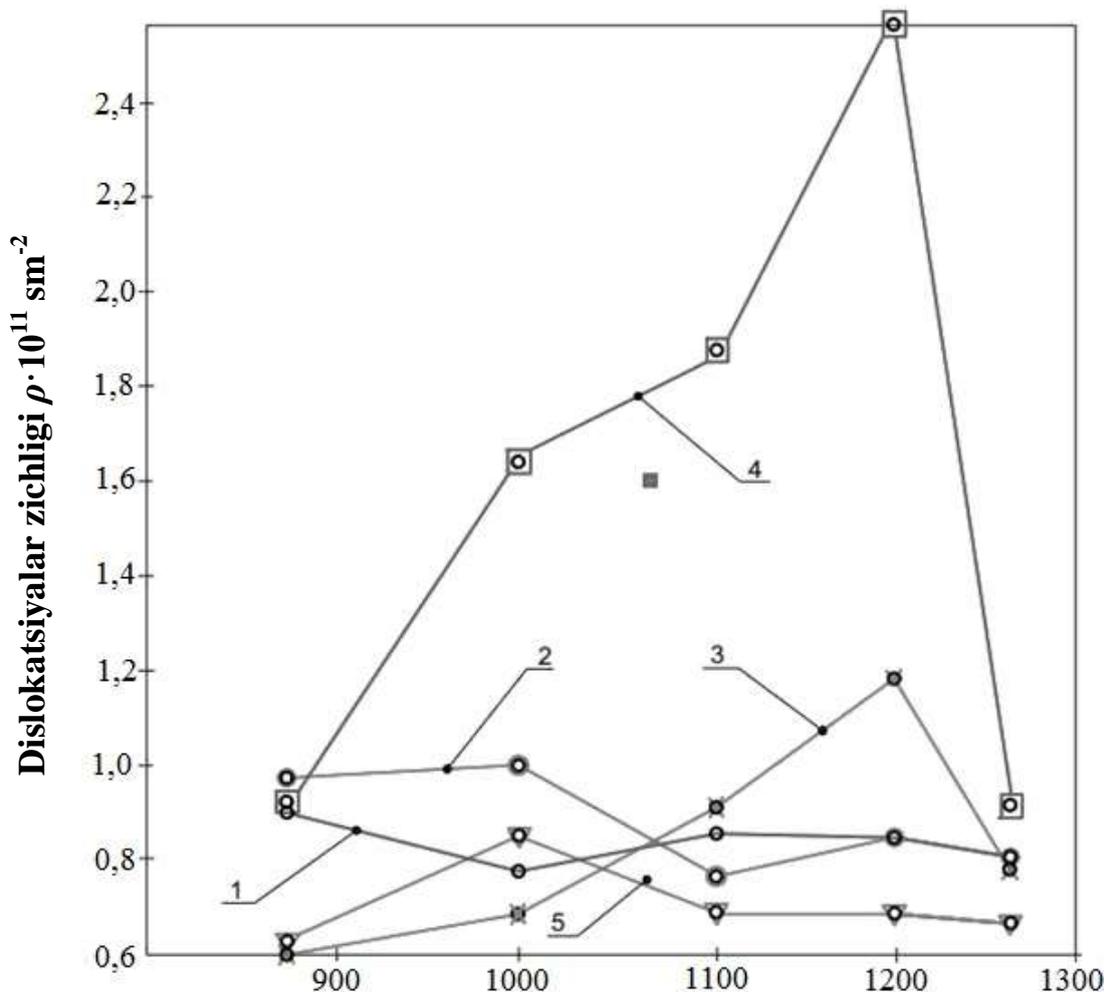
7-rasm. Termik ishlov berishdan so‘ng U8 markali po‘latdagi austenit donachalarining $d_{o.r.}$ o‘rtacha diametrini o‘zgarishi dastlabki toblash T haroratiga (1) va $T_{o.b.}=200$ (2); 300 (3); 350 (4); 450°C (5) haroratlariga bog‘liqligi

Bundan tashqari, namunani 1100°C gacha qizdirgandan so‘ng dastlabki toblash donachani qo‘shimcha 1-2 ballga qisqarishi ta‘minlangan. $T_{d.t.}=1100\div 1150^\circ\text{C}$ haroratlarda dastlabki toblash, austenit donachasining barqarorligi $T_{o.b.}=200$; 350 va 450°C optimal oraliq bo‘shatish haroratlarida ta‘minlangan. Yuqori haroratlarda dastlabki toblash austenit donachalari va ignali martensitlarning o‘shiga yordam berganligi aniqlangan ($T_{d.t.}=1260^\circ\text{C}$ haroratda 1 ballgacha).

$T_{o.b.}=450^\circ\text{C}$ haroratda oraliq bo‘shatishdan so‘ng $T_{yak.t.}=820^\circ\text{C}$ haroratda yakuniy toblash kichik ignali martensit hosil bo‘lishini ta‘minlagan. Bundan tashqari, yanada mayda donachali martensit $T_{d.t.}=1100^\circ\text{C}$ haroratda dastlabki toblash orqali olingan. Bunday holda, uglerodning qattiq eritmaga to‘liq o‘tishini undagi sementitning erimagan zarrachalari aniqlanmaganligini ko‘rsatgan.

Shunday qilib, austenitning minimal o‘lchamdagi donacha hajmini olish uchun $T_{d.t.}=1100^\circ\text{C}$ haroratda dastlabki toblab va $T_{o.b.}=200$; 350 va 450°C haroratlarda oraliq bo‘shatish lozim bo‘lgan.

Rentgen tadqiqotlari natijalari 8-rasmda ko'rsatilgan. 1100÷1260°C haroratda dastlabki toblashda dislokatsiya zichligining ortishi aniqlangan. Ushbu haroratlar oralig'idagi eng barqaror natijalar dastlabki toblashdan so'ng $T_{o.b.}=450^{\circ}\text{C}$ haroratda oraliq bo'shatishdan o'tgan namunalardan tomonidan ko'rsatilgan. Dastlabki toblashda optimal qizdirish harorati $T_{d.t.}=1100\div1150^{\circ}\text{C}$ haroratni tashkil etgan, chunki bu haroratda qiyin eriydigan aralashmalar: nitridlar, oksidlar, oksisulfidlarning erishi ta'minlangan.



8-rasm. Dastlabki toblash T haroratidan va $T_b=200^{\circ}\text{C}$, bo'shatishsiz (1) hamda $T_{o.b.}=200$ (2); 300 (3); 350 (4); 450°C (5) da U8 markali po'latdagi dislokatsiyalar zichligi ρ ning haroratga bog'liqlik o'zgarishi

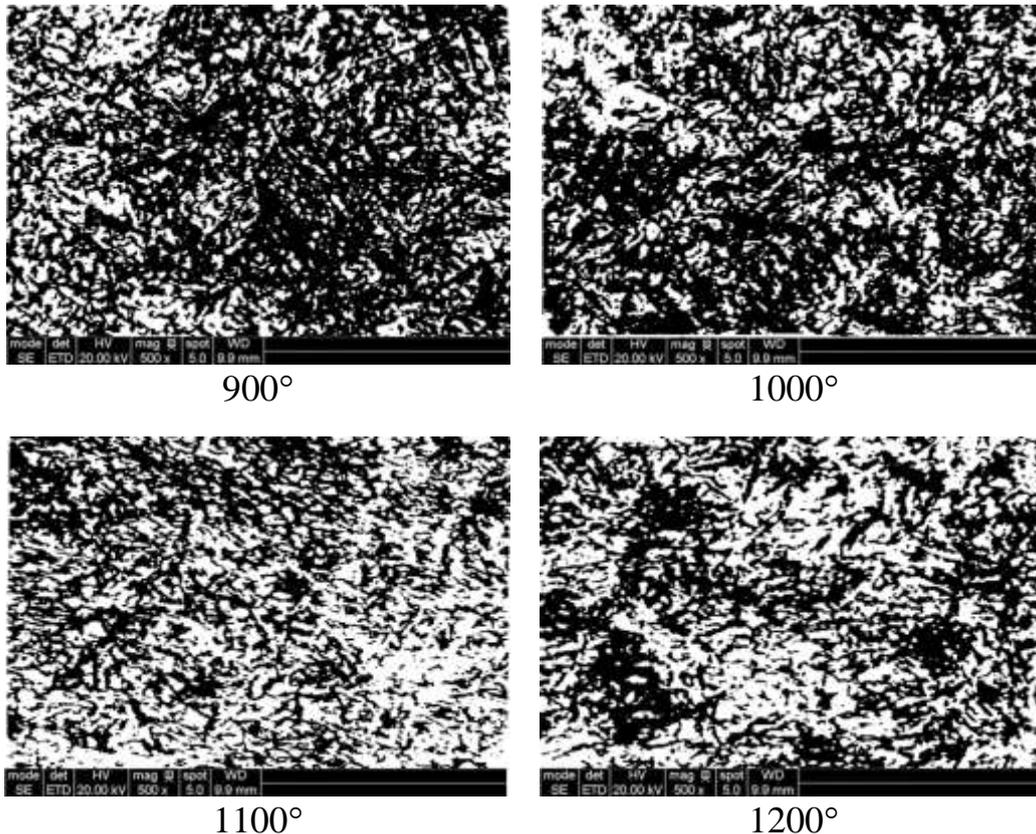
Austenitdagi kimyoviy bir xillik po'latni toblash vaqtida bloklarning parchalanishiga va mikrokuchlanishlarning ortishiga olib kelgan. Haroratning ko'tarilishi natijasida austenitning gomogenlashuvi bilan birga kelib va toblash vaqtida fazaning kristall panjarasidagi nuqsonlarining zichligi pasaygan.

Fazadagi qo'shimchalarning yuqori haroratda erishi ularni toblashdan keyin qattiq eritmada mustahkamlanishini ta'minlagan. Bunday holda, atomlardagi qo'shimchalar dislokatsiyalarga o'tgan va ularning o'rnini to'ldirgan.

Shunday qilib, ushbu sohada olib borilgan ilmiy tadqiqot natijalari asosidagi ma'lumotlardan farqli o'laroq, kristall tuzilishining maksimal nuqsoni (qabul qilingan termik ishlov berish texnologiyasi bilan) dastlabki toblash vaqtida

kuzatilgan haroratga to‘g‘ri kelishi aniqlangan. Kristall tuzilishning maksimum nuqsoni yuqori harorat hududiga siljishi kuzatilmagan. Shuning uchun, ishqalanish vaqtida po‘latning plastik deformatsiyaga chidamliligini maksimal darajada oshirish nuqtai nazaridan, dastlabki toblashning optimal harorati $T_{d.t.}=1100\div 1150$, oraliq bo‘shatish uchun esa $T_{o.b.}=200$ va 450°C haroratni tashkil etgan.

Dislokatsiya zichligi $T_{d.t.}=1100\div 1150^{\circ}\text{C}$ haroratda kam o‘zgarishini hisobga olib, termik ishlov berish uchun ushbu harorat oralig‘ini tavsiya etishga qaror qilingan.



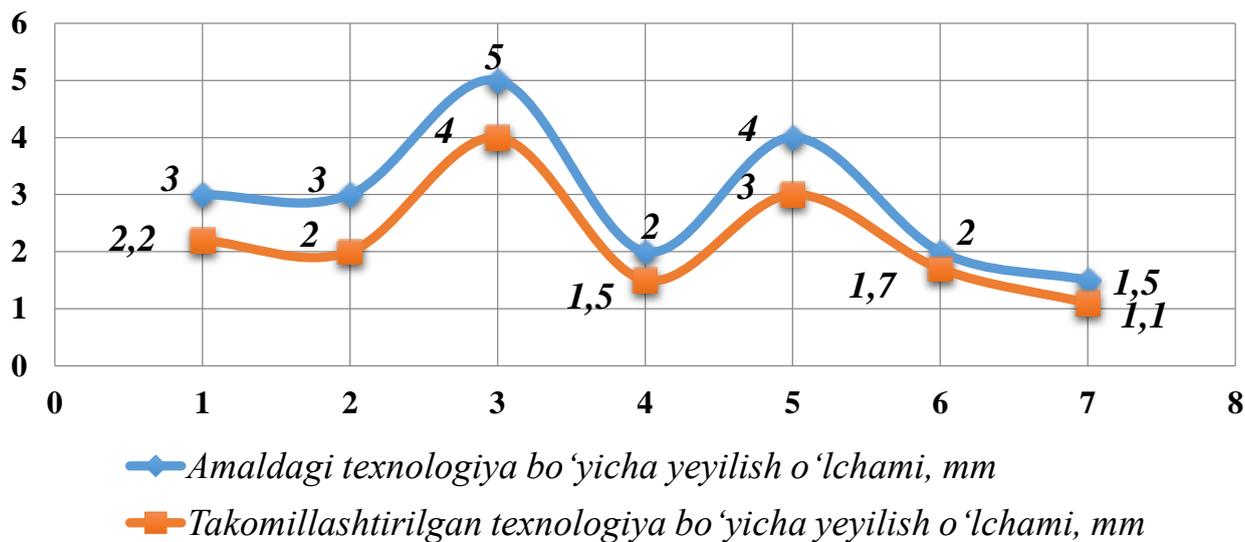
9-rasm. Turli haroratlarda dastlabki toblab, 450°C haroratda oraliq bo‘shatib, 820°C haroratda yakuniy toblash bilan o‘tkazilgan U8 markali po‘latning mikrostrukturasi ($\times 500$)

9-rasmda oraliq bo‘shatishning eng maqbul harorati $T_{o.b.}=450^{\circ}\text{C}$ ekanligi ko‘rsatilgan, chunki u nafaqat dislokatsiya tuzilishini barqarorlashtirishni ta‘minlagan, balki dastlabki toblashdan keyin ichki kuchlanishlarni sezilarli darajada kamaytirgan. Shuningdek, asbobsozlik po‘latlari uchun donachalarning o‘lchami 8 – 10 balli bo‘lishi maqsadga muvofiqdir. $T_{o.b.}=450^{\circ}\text{C}$ haroratda oraliq bo‘shatish bilan toblashdan so‘ng U8 markali po‘latning mikrostrukturasi ko‘ringan donachalarning o‘lchamlari ushbu talablarga to‘liq mos kelganligi ko‘rsatilgan.

Dissertatsiyaning “**Takomillashtirilgan termik ishlov berish rejimlarining sovuq holatda list shtamplash asboblarining mexanik xossasiga ta‘siri**” deb nomlangan to‘rtinchi bobida oraliq bo‘shatib qizdirib termik ishlov berishning toblanuvchan strukturasi hosil qilish tartibi asosida yuqori uglerodli kam legirlangan po‘latlarning mexanik, yeyilishga bardoshlilik xossalariga ta‘sirini o‘rganish sinovlari natijalari keltirilgan.

Termik ishlov berilgan po‘latlarni yeyilishga bardoshlilikka sinash tadqiqotlari “AB6130” rusumli list shtamplaydigan pressda puansonning listga zarb berish orqali ishqalanishi bilan o‘tkazilgan.

Takomillashtirilgan texnologiya bo‘yicha termik ishlov berilgan puanson va matritsalarining yeyilishga bardoshlilikini sinovdan o‘tkazish davomida 1 litrlik kastrul uchun kesuvchi puanson 20000 dona list mahsulotini shtamplagandan so‘ng, uning yeyilish o‘lchami 3 mm.dan 2,2 mm.ga o‘zgargan (1); 1 litrlik miska uchun kesuvchi puanson 20000 dona list mahsulotini shtamplagandan so‘ng, uning yeyilish o‘lchami 3 mm.dan 2 mm.ga o‘zgargan (2); 2 va 3,5 litrlik choynaklarning qopqog‘i uchun kesuvchi puanson 50000 dona list mahsulotini shtamplagandan so‘ng, uning yeyilish o‘lchami 5 mm.dan 4 mm.ga o‘zgargan (3); 3 litrlik bidonni kesuvchi puanson 15000 dona list mahsulotini shtamplagandan so‘ng, uning yeyilish o‘lchami 2 mm.dan 1,5 mm.ga o‘zgargan (4); 2 litrlik choynakni kesuvchi puanson 40000 dona list mahsulotini shtamplagandan so‘ng, uning yeyilish o‘lchami 4 mm.dan 3 mm.ga o‘zgargan (5); mantiqozon qasqonining ushlagichini kesuvchi puanson 15000 dona list mahsulotini shtamplagandan so‘ng, uning yeyilish o‘lchami 2 mm.dan 1,7 mm.ga o‘zgargan (6) hamda MV R-14 markali kesib oluvchi matritsa 10000 dona list mahsulotini shtamplagandan so‘ng, uning yeyilish o‘lchami 1,5 mm.dan 1,1 mm.ga (7) o‘zgarishi aniqlangan (10-rasm).



10-rasm. Yeyilishga bardoshlilikka o‘tkazilgan sinovning tahliliy diagrammasi

Tugallangan termik ishlov berilgandan so‘ng namunalarda uchun ta‘sir ettirilgan kuch 81 MPa ni tashkil etganligi aniqlangan.

Katta disperslik tuzilishga ega bo‘lgan qoldiq austenit mavjudligida yarim martensit hududi asbobsozlik po‘latlarining toblanuvchanlik chegarasi bo‘lmaganligi sababli, toblanuvchanlikni martensit tuzilishga ega bo‘lgan toblangan qatlamning qalinligida, ya‘ni $HRC=60$ qattqlikdagi qalinlikda aniqlangan. Toblangan namunalarda singan qismining kichik kesmalarini (10-25 mm) ko‘rinishi yoki kesimlar bo‘yicha qattqlikning taqsimlanishi orqali po‘latlarning toblanuvchanligi aniqlangan. Namunalarning dastlabki toblanishi, dastlabki qizdirish haroratidan qat‘i nazar, yakuniy toblash vaqtida U8 markali po‘latning toblanuvchanligini sezilarli darajada o‘zgartirmagan. Natijalar shuni

ko'rsatdiki, martensit hududining toblanuvchanlik yuzasi ≈ 3 mm ni tashkil qilgan, bu suvda sovutilganda haqiqiy kritik diametrga (10 mm) to'g'ri kelgan.

Tadqiqotlar yeyilishga bardoshlilik va yupqa strukturaning holati o'rtasida to'g'ridan-to'g'ri bog'liqlik borligini ko'rsatgan.

Ishlab chiqarish sharoitida shtamplash asbobining deformatsiyasiga oraliq bo'shatish bilan toblash ta'sirini baholash uchun termik ishlov berishdan oldin va keyin shtamplash asbobi o'lchangan.

Standart rejimda ishlov berilgan shtamplash asboblarining chidamliligi 6÷10 ming martagacha shtamplash imkonini bergan. Teshik ochilib oraliq bo'shatish bilan toblangan shtamplash asbobning chidamliligi: $HRC=60\div 62$ qattqlikda bo'lgan matritsa uchun 27÷34 ming marta shtamplash, $HRC=58\div 60$ qattqlikda bo'lgan matritsa uchun esa 16÷30 ming marta shtamplashni tashkil etgan.

Shunday qilib, sovuq holatda shtamplovchi puansonni 450°C haroratda oraliq bo'shatish orqali dislokatsiya zichlik darajasi yuqori bo'lgan strukturaning turg'unlashishini ta'minlash bilan, dastlabki qizdirib toblash natijasida ichki kuchlanishlarni nisbatan to'liq bartaraf etish imkonini bergan.

XULOSA

“Sovuq holatda shtamplash asboblarini chidamliligini oshirish uchun termik puxtalash texnologiyasini takomillashtirish” mavzusidagi falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar natijalari asosida quyidagi xulosalar taqdim etilgan:

1. Puanson va matritsalarining ishchi qismlariga termik ishlov berish texnologiyasi ishlab chiqilgan. Bu sovuq holatda shtamplovchi asboblarining ishchi yuzalarini xizmat muddatini oshirish imkonini beradi.

2. Sovuq holatda shtamplovchi puansonni 450°C haroratda oraliq qizdirib bo'shatish bilan takomillashtirilgan termik ishlov berishning izotermik rejimi ishlab chiqilgan. Bu sovuq holatda shtamplovchi puansonni ishlab chiqarishda metall sarfini kamaytirish uchun xizmat qiladi.

3. Matritsani yuqori haroratda qizdirish bilan termik ishlov berish texnologiyasi ishlab chiqilgan. Bu matritsaga termik ishlov berish uchun sarf bo'ladigan kapital xarajatlarni kamaytirish imkonini beradi.

4. Chala martensit hosil qilingan maydonda qoldiq austenit mavjud bo'lganda asbobsozlik po'latlari toblanuvchanlikda darz ketishi hosil bo'lmaganligi aniqlangan. Bu shtamplash asboblarining ekspluatatsion xossasini yuqori bo'lishini ta'minlashga xizmat qiladi.

5. Sovuq holatda list shtamplash asboblarining chidamliligini oshirish uchun oraliq bo'shatib toblash orqali termik ishlov berishning takomillashtirilgan texnologiyasi ishlab chiqilgan. Bu po'latlarni dastlabki toblashdan keyin ichki kuchlanishlarni sezilarli darajada kamaytirish imkonini beradi.

6. U8 markali po'latni dastlabki toblab, 450°C haroratda oraliq bo'shatib, yakuniy toblash 820 °C qizdirish haroratida olib borilganida mayda donli (7-9 balli) kristall donachalarning hosil bo'lishi kuzatildi. Bu shtamplash asboblarining darzga chidamliligini 10-15% ga oshirish imkonini beradi.

7. Sovuq holatda list shtamplash asboblari uchun foydalaniladigan asbobsozlik po‘latlarini oraliq bo‘shatish bilan yakuniy toblash, amaldagi texnologiya asosida termik ishlov berilgan po‘latlarga nisbatan, shtamplash asboblarning ishlash muddatini 2-3 barobar oshirish imkonini beradi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
НАУЧНУЮ СТЕПЕНЬ ПО НОМЕРУ DSc.03/30.12.2019.Т.03.04
ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ ТЕХНИЧЕСКОМ
УНИВЕРСИТЕТЕ**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

ТАШМАТОВ РАВШАН КОБИЛОВИЧ

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ТЕРМИЧЕСКОГО
УПРОЧНЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ СТОЙКОСТИ ИНСТРУМЕНТА
ХОЛОДНОЙ ШТАМПОВКИ**

**05.02.01 - Материаловедение в машиностроении. Литейное производство.
Термическая обработка металлов давлением. Металлургия черных, цветных и
редких металлов. Технология редких, ценных и радиоактивных элементов
(направление литейное производство и обработка металлов)**

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD)
ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК**

Тема диссертации доктора философии (PhD) технических наук зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при министерство высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан под номером B2022.2.PhD/T2856.

Диссертация выполнена в Ташкентском государственном техническом университете.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский и английский (резюме)) размещен на сайте (www.tdtu.uz) и на Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» (www.ziyo.net.uz).

Научный руководитель:

Бердиев Дароб Муратович
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Норхуджаев Файзулла Рамазанович
доктор технических наук, профессор

Бегатов Жахонгир Мухаммаджонович
доктор философии технических наук, доцент

Ведущая организация:

**Национальный исследовательский
технологический университет «МИСиС» в
городе Алмалык**

Защита диссертации состоится «16» марта 2024 года в 11⁰⁰ часов на заседании Научного совета DSc.03/30.12.2019.T.03.04 при Ташкентском государственном техническом университете. (Адрес: 100095, г. Ташкент, Алмазарский район, ул. Университетская, 2. Тел./факс: (998 71) 227-10-32; e-mail: tadqiqotchi@tdtu.uz)

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского государственного технического университета (зарегистрирован под номером №373). (Адрес: 100095, г. Ташкент, Алмазарский район, ул. Университетская, 2. Тел./факс: (99871) 227-10-32).

Автореферат диссертации разослан «2» марта 2024 года.
(протокол рассылки №175 от «2» марта 2024 г.).

К.А.Каримов

Председатель научного совета
присуждающего научные степени
доктор технических наук, профессор

Ш.Б. Ташбулатов

Научный секретарь научного совета
присуждающего научные степени
доктор технических наук, доцент

Н.Д. Тураходжаев

Председатель научного семинара, при научном совете
присуждающего научные степени
доктор технических наук, профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Необходимость и актуальность темы диссертации. В мире для продления срока службы деталей из стальных сплавов, используемых в холодной листовой штамповке важно обеспечить долговечность их основных рабочих органов и повысить их производительность. В связи с этим особое внимание уделяется созданию и внедрению технологий, обеспечивающих увеличение срока службы деталей в научно-исследовательских институтах таких развитых стран как Великобритания, США, Канада, Швейцария, Индия и другие страны.

В мире проводятся обширные научные исследования по улучшению свойств штамповочного инструмента из стали методом термической обработки, в основе которой лежит обеспечение процессов фазовых изменений в структуре. В этом направлении особое значение имеет развитие энергосберегающих технологий, основанных на замене электроэнергии, используемой в процессах термообработки нетрадиционными методами термообработки. В то же время совершенствование технологии термического упрочнения для повышения стойкости инструмента холодной штамповки является необходимой задачей для повышения долговечности инструментов холодной штамповки.

Ученые стран СНГ, в том числе исследователи Российской Федерации и Республики Кыргызстан разработали технологию нанесения покрытий с целью улучшения условий работы штамповочного инструмента, устранения проблем, возникающих в штамповочном инструменте и увеличения срока его службы. В Республике Узбекистан проводится ряд исследовательских работ по улучшению эксплуатационных свойств холодноштамповочного инструмента, в том числе по увеличению срока его службы с помощью циклической термической обработки, совершенствованию технологий термической обработки, снижению расхода материала в производстве.

Данная диссертационная работа в определённой степени служит реализации задач, определённых Постановлением Президента Республики Узбекистан УП-99 от 24 января 2022 года «О мерах по созданию эффективной системы развития производства и расширения промышленной кооперации в Республике», а также проект расширения производства новых продукции и действующих мощностей по отраслям экономики в 2022 году, что представлено в приложении 2.1 настоящего решения и существующих проектов расширения мощностей², а также в постановлении Президента Республики Узбекистан от 6 июля 2022 года «Об утверждении Стратегии инновационного развития Республики Узбекистан на 2022-2026 годы» и другими нормативными правовыми актами, касающимися данной деятельности.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Диссертационное исследование

² Постановление Президента Республики Узбекистан УП-99 от 24 января 2022 года «О мерах по созданию эффективной системы развития производства и расширения промышленной кооперации в Республике».

соответствует приоритетному направлению развития науки и техники II «Энергетика, энергия и ресурсосбережение».

Степень изученности проблемы. В мировой практике научно-исследовательскими работами по влиянию твердости стали на условия работы и долговечности штамповочного инструмента, обобщению теории повреждений свойственных для штамповочных инструментов, подверженных циклическим нагрузкам, технологий повышения ударной вязкости низкоуглеродистых сталей занимались ведущие ученые мира как, S.A. Benvi, S.S. Manson, D.L. Henry, N.M. Newmark, Ravi Kiran, Jalaj Kumar, Vikas Kumar. В результате была выявлена зависимость особенностей штамповочного инструмента от конструкции рабочих частей, разработаны теории исследования изменений микро- и макроструктуры стали в результате нагрева штамповочного инструмента в процессе штамповки стальных листов, достигнуто увеличение ударной вязкости штамповочного инструмента из низкоуглеродистой стали с помощью термической обработки циклическим нагревом.

Российские учёные Е.Н. Ланской, А.Н. Банкетов, А.В. Корнилова, Р.И. Непершин, А.Э. Артес, Е.Н. Сосенушкин изучали влияние твердости штамповочных инструментов на условия их работы и долговечности, работали над устранением проблем, возникающих в штамповочных инструментах в процессе штамповки. В результате они разработали технологию внедрения гладкого сферического штамповочного инструмента, работающего в идеальном пластическом полупространстве. Киргизский учёный С.К. Касимкулов занимался изготовлением штамповочных инструментов из труднодеформируемого материала. В результате была разработана технология изготовления штамповочного инструмента из труднодеформируемого материала.

Узбекскими учёными А.А. Мухамедов, Ф.Р. Норхуджаев, Д.М. Бердиев и др. были разработаны технологии повышения износостойкости инструментов из низколегированных инструментальных сталей, повышения прочности сталей путем нитроцементации. Проводились работы по нетрадиционной термической обработке сталей и влиянию изменения их структуры на износостойкость. Однако в этих работах влияние температуры нагрева при высокой температуре на механизм формирования структурных параметров перед нагревом сталей до общепринятой температуры, образование исходных микро- и тонких структур при нагреве до обычной принятой температуры, при первоначальном нагреве, т.е. нагреве до экстремальной температуры, недостаточно изучены.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.

Диссертационное исследование выполнено на основании плана научно-исследовательской работы Ташкентского государственного технического университета и на основании хоздоговора по теме «Совершенствование технологии термического упрочнения для повышения износостойкости

инструмента холодной штамповки» №1828 – 06/2021 от 16 августа 2021 года (2021 г.).

Целью исследования является совершенствование технологии повышения стойкости холодного штамповочного инструмента методом термической обработки.

Задачи исследования:

анализ возникающих проблем термически обработанных оборудований для холодной штамповки листового металла;

определение влияния температуры промежуточного отпуска и времени выдержки на структуру предварительной закаленной стали;

анализ влияния промежуточного отпуска с закалкой на структуру и свойства стали;

определение влияния термической обработки с промежуточным отпуском на прокаливаемость сталей;

по результатам анализа разработана усовершенствованная технология термической обработки с нетрадиционным промежуточным отпуском для повышения стойкости инструмента холодной листовой штамповки.

Объектом исследования является пуансоны и матрицы, широко используемые при холодной листовой штамповке, выпускаемые серийно из стали У8 марки ОПК-1, ОПМ-1, ОПКЧ-2, ОПКЧ-3,5, ОПБ-3, ОПЧ-2, ОПМД, МВ Р-14, ОМЧ-3 и другие.

Предметом исследования является процесс формирования плотности дислокаций в кристаллической структуре сталей и исходной структуры, удобной для их закалки, а также процесс обеспечения долговечности стальных деталей средствами промежуточной термической обработки.

Методы исследований. Для определения химического состава исследуемых образцов и микроструктуры сплава использовали прибор Carl Zeiss Axiovert 40 MAT и OLYMPUS, МБС-2 для анализа макроструктуры сплава, для определения твердости сплава применялась аппаратура ТШ-2М и ТК-2, для определения твердости использованы аналитические методы торцевой закалки и государственные стандарты для определения их физико-механических свойств и эксплуатационных показателей.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

разработана технология термической обработки рабочих частей пуансонов и матриц, которая основывается на месте образования напряжений, возникающих при штамповке стальных листов;

на основе диаграммы изотермического превращения аустенита разработан изотермический режим термической обработки холодноштампуемого пуансона, усовершенствованный промежуточным отпуском при температуре 450°C;

разработана технология термической обработки путем нагрева матрицы при высокой температуре, основанная на образовании исходных зерен аустенита на границе феррита и цементита в результате превращения перлита в аустенит;

установлено, что при наличии остаточного аустенита в зоне формирования неполного мартенсита в процессе закалки в инструментальных сталях трещины не образуются;

усовершенствована технология термической обработки с промежуточным отпуском с целью повышения стойкости холодноштамповочного инструмента.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

В АО «Узметкомбинат» внедрена технология термической обработки рабочих частей пуансона и матриц;

внедрен изотермический режим усовершенствованной термообработки холодноштамповочного пуансона путем промежуточного нагрева в 450°C.

внедрена технология термообработки путем нагрева матриц при высокой температуре.

Достоверность результатов исследования подтверждается:

полученные результаты объясняются сравнением на основе четко поставленных задач исследования за счет повышения механических и эксплуатационных свойств, а также за счет сопоставления и обеспечения полной совместимости результатов, полученных на основе физико-математических расчетов, экономически недорогих и высокопроизводительных технологий. Разработанные математические модели сопоставимы с результатами исследований.

Научная и практическая значимость диссертации. Научная значимость результатов исследования основана на анализе исследований ведущих ученых и результатах проведенных исследований по совершенствованию технологии термического упрочнения для повышения стойкости инструмента холодной штамповки.

Практическая значимость результатов исследования объясняется увеличением плотности дислокаций пуансонов и матриц из стали закалкой с промежуточным отпуском и превращением образовавшегося аустенита в мартенситную структуру после закалки.

Внедрение результатов исследования.

На основе полученных данных научных исследований по совершенствованию технологии повышения стойкости холодноштамповочного инструмента методом термической обработки получили следующие результаты:

в цехе по производству товаров народного потребления АО «Узметкомбинат» внедрена технология термической обработки рабочих частей штампов и матриц (справка АО «Узметкомбинат» от 26.05.2022 г.). В результате внедрения срок службы рабочих поверхностей пуансонов и матриц увеличился в 1,2-1,3 раза;

в цехе по производству товаров народного потребления АО «Узметкомбинат» внедрен усовершенствованный изотермический режим термической обработки холодноштамповочного пуансона с промежуточным отпуском при температуре 450°C (справка АО «Узметкомбинат» 26.05.2022 г.). В результате внедрения металлоемкость снизилась на 12-15%;

в цехе по производству товаров народного потребления АО «Узметкомбинат» внедрена технология термообработки путем нагрева матрицы при высокой температуре (справка АО «Узметкомбинат» 26.05.2022 г.). В результате капитальные затраты на термообработку матрицы снизились на 15-20%.

Апробация научных исследований. Результаты исследования диссертации обсуждались на 13 международных и 2 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследований. По теме диссертации опубликованы 14 научных работ. Из них 12 научные статьи, в том числе 6 научных статей в республиканских и 6 в международных журналах, из них 2 опубликованы в журналах международной базы данных «Scopus» рекомендованных к опубликованию основных научных результатов докторских диссертаций Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, списков опубликованных работ и использованной литературы. Объем диссертации составляет 120 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

В вводной части обосновываются актуальность и необходимость темы диссертации, формулируются цель и задачи исследования, описываются объекты и темы, указывается соответствие с приоритетными направлениями развития науки и техники республики, показаны и описаны научная новизна и практические результаты исследования, раскрыта научная, теоретическая и практическая значимость полученных результатов, которые внедрены в практику, сведения о структуре и объеме опубликованных научных работ.

В первой главе диссертации **«Конструкция инструментов холодной штамповки, условия работы и способы повышения их долговечности»** проведен анализ литературы по теме, методы определения напряжений, возникающих в инструменте при холодной листовой штамповке, а также изучены методы повышения стойкости матриц и пуансонов холодного погружения. Изучено повышение эксплуатационных свойств стали за счет изменения ее структурных параметров путем термической обработки с двухфазной рекристаллизацией, наследственность за счет предварительного нагрева стали, условий работы штамповочного инструмента и его эксплуатационных свойств.

Проанализировано состояние штамповочного инструмента, предназначенного для холодной штамповки различных изделий на предприятии АО «Узметкомбинат» (рис. 1,2,3).

Анализ свойств исследованных штамповочных инструментов показал, что все инструменты в основном изготавливаются из инструментальной стали У8, а иногда при дефиците требуемых сталей применяют конструкционную сталь 40Х.

В результате анализа твердость рабочих частей штамповочных инструментов ОПК-1, ОПМ-1, ОПКЧ-2, ОПКЧ-3,5, ОПМД и МВ Р-14 должна составлять 58÷62 НРС, так что эксплуатационные свойства, требуемые для данных инструментов, полностью соблюдены.

В результате анализа внешнего вида штамповочных инструментов, пришедших в негодность, установлено наличие ряда дефектов, влияющих на долговечность инструментов, преждевременное прибытие рабочих частей пуансона ОПМД в негодность в результате появления трещин и износа.

В ходе исследований было обнаружено большое количество неметаллических включений, таких как сульфиды, хрупкие и гибкие силикаты, линейные оксиды (рис. 4,5).

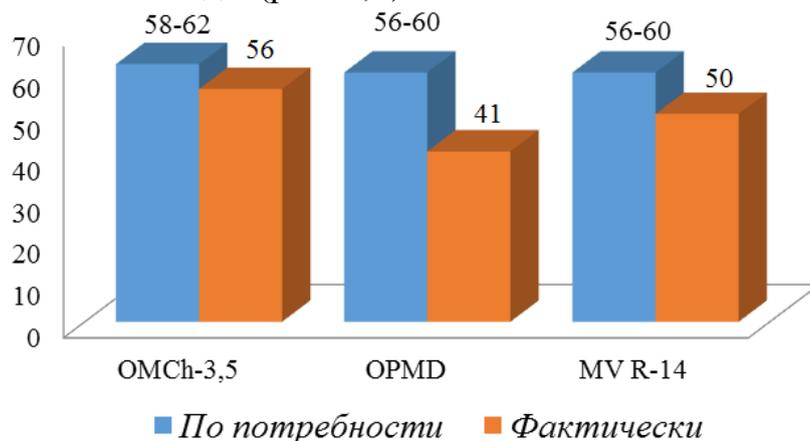


Рис. 1. Гистограмма, сравнивающая фактическую твердость и твердость по требованию преждевременно устаревших штамповочных инструментов

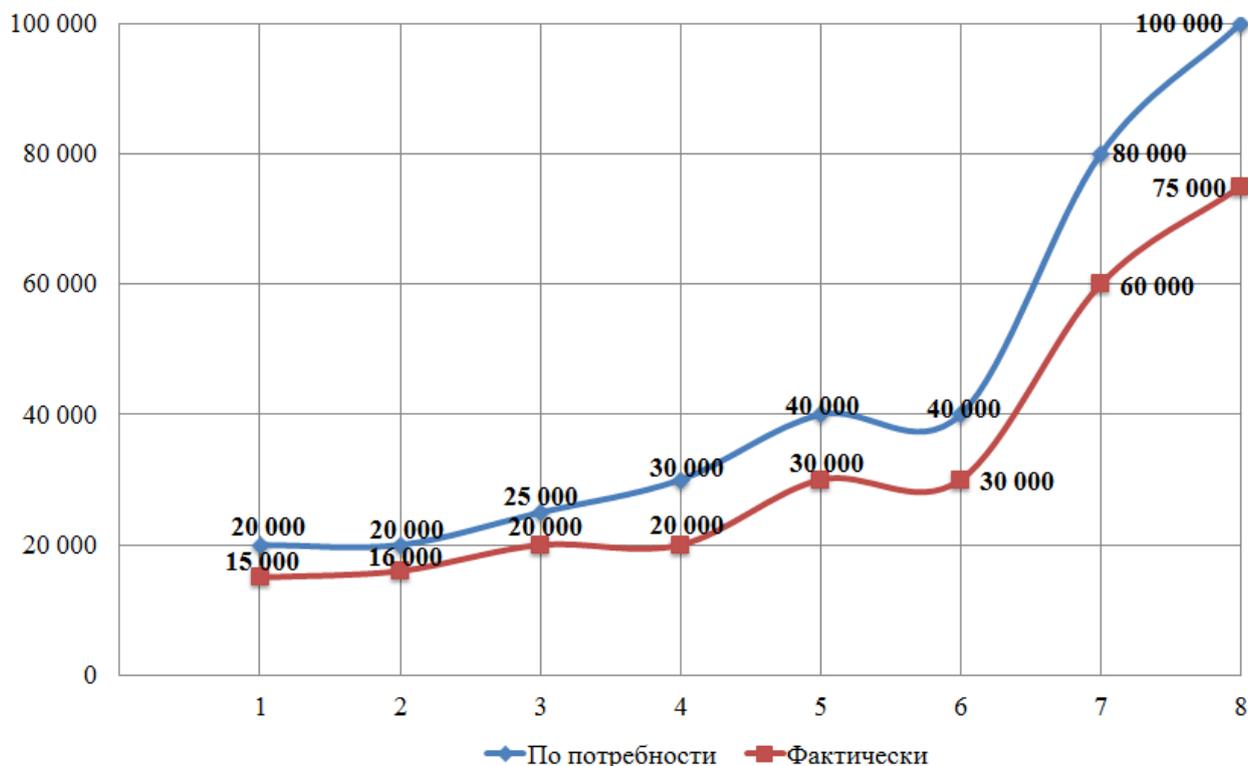


Рис. 2. Аналитическая диаграмма штамповочного инструмента в зависимости от потребности предприятия и среднего количества фактически штампуемой продукции (МВ Р-14 (1); ОМЧ-3,5 (2); ОПМД (3); ОПБ-3 (4); ОПК-1 (5); ОПМ-1 (6); ОПКЧ-2 (7); ОПКЧ-2 и 3,5 (8))



Рис. 3. При тщательном осмотре пуансона ОПМД наблюдалось хрупкое разрушение деталей вокруг резьбовой части в результате слияния трещин пуансона



Рис. 4. 1) феррит; 2) перлит; 3) графит ($\times 1000$) (4-5 балл)

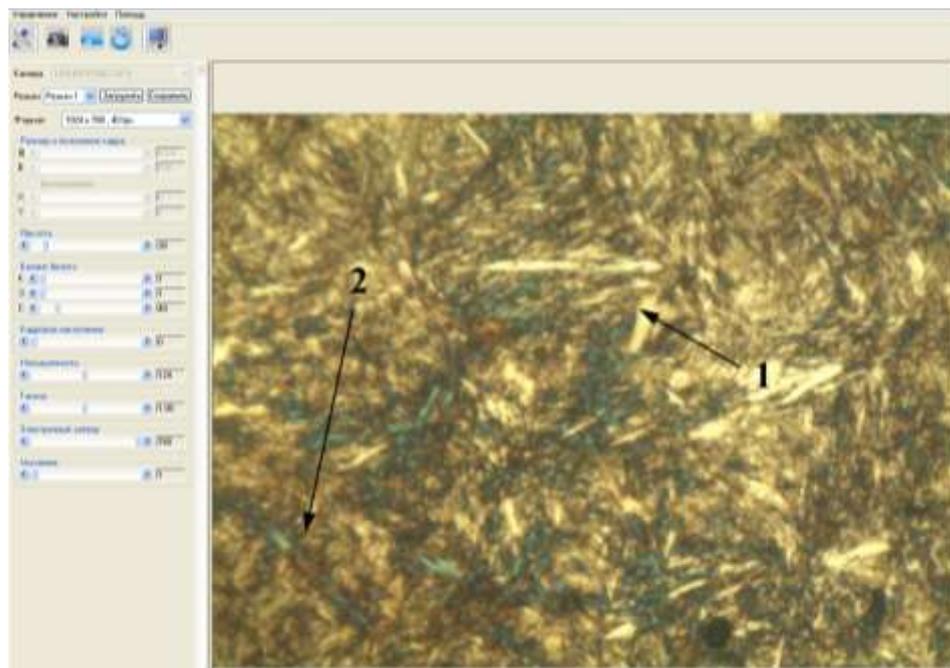


Рис. 5. 1) крупнозернистый аустенит; 2) крупногольчатый мартенсит ($\times 1500$)

Во второй главе диссертации «**Методика выбора объектов и экспериментальных исследований**» в качестве объекта исследования представлены методы анализа пуансонов и матриц, которые широко используются при серийном производстве инструментов холодной листовой штамповке из сталей У8 и в дополнительных случаях – 40Х.

В частности, для определения структурного зерна аустенита исследуемых образцов использовался микроскоп модели Carl Zeiss Axiovert 40 MAT в центральной лаборатории АО «Узметкомбинат». При этом анализируемые образцы через этот микроскоп увеличивались от 200 до 1000 раз. На основании полученного микроскопического анализа микроструктуры исследуемых образцов были проанализированы методы контроля неметаллических включений при плавке. Размер аустенитного зерна исследуемых образцов определен по ГОСТ 5639-65.

Наряду с этим микроструктура исследуемых образцов и химический состав сплава были проанализированы с помощью микроскопа OLYMPUS в центральной лаборатории ВІТАМ Университета Неджмеддина Эрбакана Турецкой Республики, рентгеноструктурный анализ образца проведен на рентгеновском анализаторе Shimadzu, прокаливаемость стали определена методом Джомини по ГОСТ 5657-69 на приборе для измерения конечной части образца в лабораториях кафедр «Материаловедение в машиностроении» и «Машины и технология обработки металлов давлением им. С.И.Губкина» Белорусского национального технического университета Республики Беларусь. Для определения твердости термообработанных образцов использовали твердомеры ТШ-2М и ТК-2, листоштамповочный пресс «АБ6130» при определении износостойкости к трению в процессе удара пуансона по листу (рис. 6).



Рис 6. Испытания на износостойкость штамповочного инструмента диаметром Ø50, высотой 70 мм и длиной стороны 119 мм

В третьей главе диссертации «**Термическая обработка инструментов холодной листовой штамповки по совершенствованию технологии и ее**

влияние на структуру исследуемых сталей» представлены результаты исследования зависимости плотности дислокаций от температуры предварительного закалывания и промежуточного отпуска сталей, применяемых при холодной листовой штамповке.

На рис. 7 представлены зависимости изменения среднего диаметра $d_{\text{ср}}$ зерна аустенита в стали У8 после термической обработки от температуры $T_{\text{п.з.}}$ предварительной закалки.

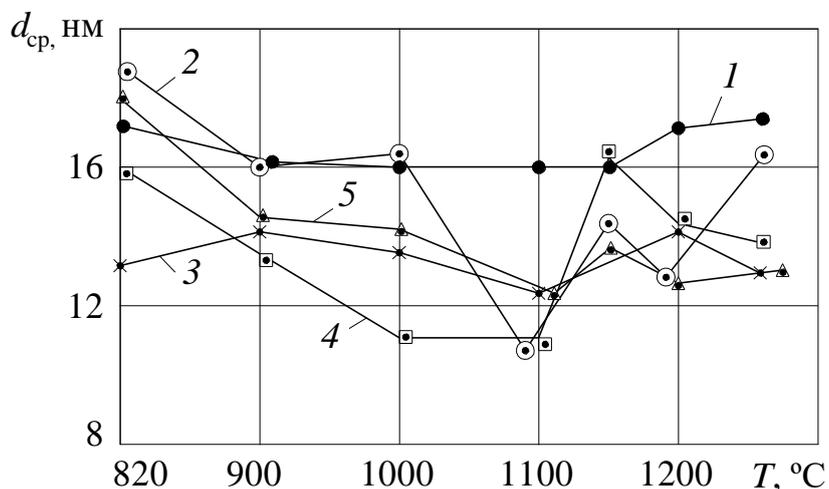


Рис. 7. Зависимости изменения среднего диаметра $d_{\text{ср}}$ аустенитного зерна в стали У8 после термической обработки от температуры T предварительной закалки без отпуска (1) и при $T_{\text{п.от}} = 200$ (2); 300 (3); 350 (4); 450°C (5)

Установлено, что величина зерна аустенита в образцах, прошедших обработку, на 1–2 балла мельче по сравнению с зёрнами в металле после печного нагревания.

Кроме того, предварительная закалка после нагревания образца до 1100°C обеспечивает дополнительное уменьшение зерна на 1–2 балла. Оптимальные температуры промежуточного отпуска $T_{\text{п.от}} = 200$; 350 и 450°C обеспечивают стабильность зерна аустенита при температурах первой закалки $T_{\text{п.з.}} = 1100 \div 1150^\circ\text{C}$. Предварительная закалка и высокие температуры способствуют росту зерна аустенита и игл мартенсита (до 1 балла при $T_{\text{п.з.}} = 1260^\circ\text{C}$).

Окончательная закалка при $T_{\text{о.з.}} = 820^\circ\text{C}$ после промежуточного отпуска при $T_{\text{п.от.}} = 450^\circ\text{C}$ обеспечивает получение мелкоигльчатого мартенсита. Причем наиболее мелкий мартенсит получают при $T_{\text{п.з.}} = 1100^\circ\text{C}$. При этом не растворившихся частиц цементита не обнаружено, что указывает на полный переход углерода в твердый раствор.

Таким образом, для получения минимального размера зерна аустенита предпочтительной является предварительная закалка при $T_{\text{п.з.}} = 1100^\circ\text{C}$ и промежуточный отпуск при $T_{\text{п.от.}} = 200$; 350 и 450°C.

Результаты рентгеноструктурных исследований приведены на рис. 8.

Установлено увеличение плотности дислокации при предварительной закалке при температурах 1100–1200°C. Наиболее устойчивые результаты в этом интервале температур показали образцы, прошедшие после первой закалки промежуточный отпуск при $T_{\text{п.от.}} = 450^\circ\text{C}$. Оптимальная температура

нагрева при предварительной закалке - $T_{п.з.}=1100\div 1150^{\circ}\text{C}$, так как она обеспечивает растворение тугоплавких примесей: нитридов, оксидов, окисульфидов. Химическая однородность в аустените приводит при закалке к дроблению блоков и повышению микронапряжений. Дальнейшее повышение температуры сопровождается гомогенизацией аустенита, а при закалке плотность дефектов кристаллической решетки фазы уменьшается.

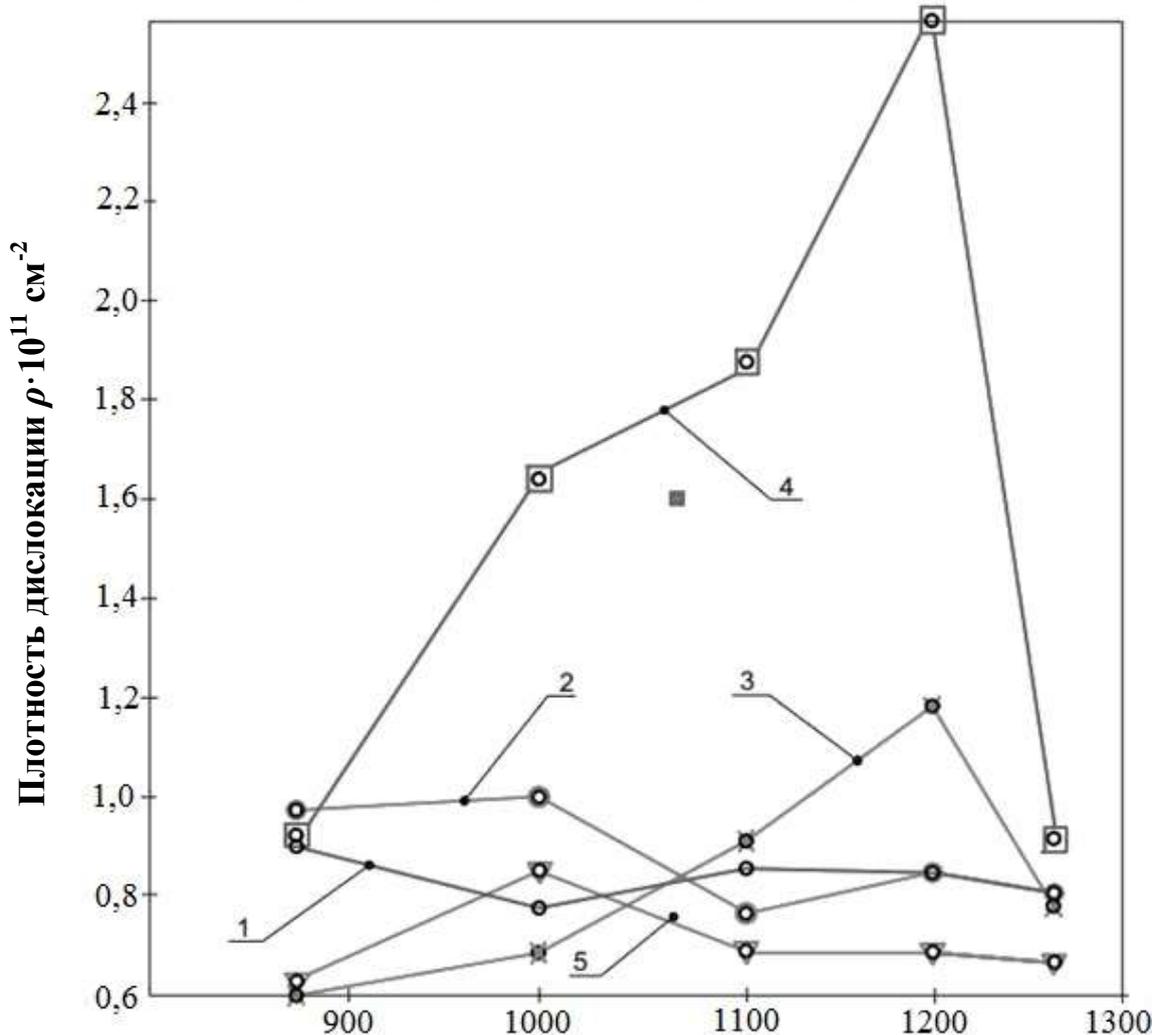


Рис. 8. Зависимости изменения плотности ρ дислокаций в стали У8 от температуры T предварительной закалки и отпуска при $T_0=200^{\circ}\text{C}$, без отпуска (1) и при $T_{п.от}=200$ (2); 300 (3); 350 (4); 450°C (5)

Растворение примесных фаз при высокой температуре обеспечивает их фиксацию в твердом растворе после закалки. При этом атомы примесей переходят на дислокации и закрепляют их.

Таким образом, в отличие от представленных в работе данных было установлено, что максимальная дефектность кристаллического строения (по принятой технологии термической обработки) приходится на те же температуры, при которых она наблюдалась при первой закалке. Смещения максимума дефектности кристаллического строения в зону более высоких температур не наблюдается. Следовательно, с позиций максимального повышения сопротивления стали пластическому деформированию при

трении оптимальными температурами предварительной закалки являются $T_{п.з.}=1100\div 1150^{\circ}\text{C}$, а для промежуточного отпуска $T_{п.от.}=200$ и 450°C .

Учитывая, что плотность дислокации мало изменяется при $T_{п.з.}=1100\div 1150^{\circ}\text{C}$, было решено рекомендовать для термической обработки именно этот интервал температур.

На рис. 9 показано что промежуточный отпуск при $T_{п.от.}=450^{\circ}\text{C}$ наиболее предпочтителен, так как обеспечивает не только стабилизацию дислокационной структуры, но в большей степени снижает внутренние напряжения после первой закалки. Также желательно, чтобы инструментальные стали имели размер зерна 8-10 баллов. Размеры зерен, наблюдаемые в микроструктуре стали У8 после отпуска с промежуточным отпуском при 450°C полностью соответствовали этим требованиям.

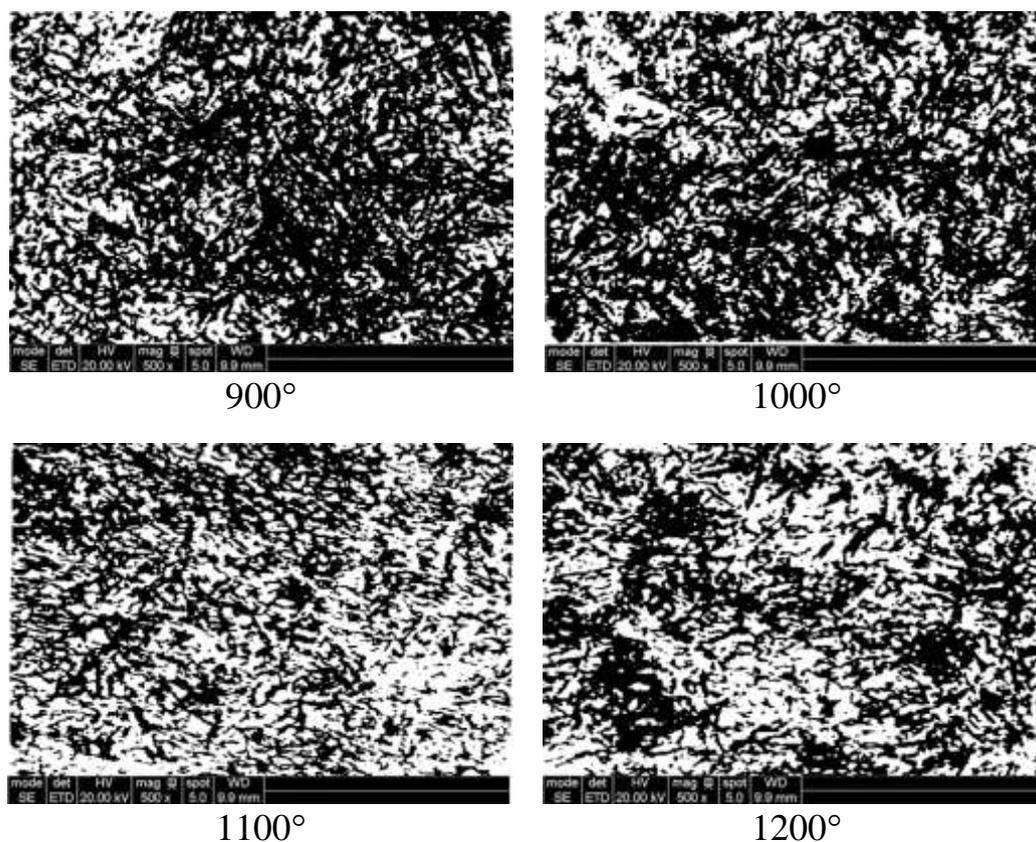


Рис. 9. Микроструктура стали У8 с предварительной закалкой при различных температурах, промежуточным отпуском при 450°C и окончательной закалкой при 820°C ($\times 500$)

В четвертой главе «Влияние усовершенствованных режимов термической обработки на механические свойства холодного листового штамповочного инструмента» представлены результаты испытаний по влиянию высокоуглеродистых низколегированных сталей на механические свойства и износостойкость на основе метода формирования прокаливаемой структуры термической обработки с промежуточным отпускным нагревом.

Испытания на износостойкость термически обработанных сталей проводились методом трения при ударе пуансона по листу на листоштамповочном прессе «АБ6130».

В ходе испытаний на износостойкость термически обработанных пуансонов и матриц по усовершенствованной технологии после штамповки 20000 штук листовой продукции изменился размер износа обрезного пуансона кастрюля емкостью 1 литр с 3 мм до 2,2 мм (1); после штамповки 20000 штук листовой продукции изменился размер износа обрезного пуансона миски емкостью 1 литр с 3 мм до 2 мм (2); после штамповки 50000 штук листовой продукции изменился размер износа обрезного пуансона для крышек чайника емкостью 2 и 3,5 литр с 5 мм до 4 мм (3); после штамповки 15000 штук листовой продукции изменился размер износа обрезного пуансона бидона емкостью 3 литр с 2 мм до 1,5 мм (4); после штамповки 40000 штук листовой продукции изменился размер износа обрезного пуансона чайника емкостью 2 литр с 4 мм до 3 мм (5); после штамповки 15000 штук листовой продукции изменился размер износа обрезного пуансона мантышницодержателя с 2 мм до 1,7 мм (6) и после штамповки 10000 штук листовой продукции изменился размер износа обрезного матрица с 1,5 мм до 1,1 мм (7) (рис. 10).

Поскольку полумартенситная зона в присутствии остаточного аустенита при большой дисперсности структуры не является пределом прокаливаемости инструментальных сталей, прокаливаемость определяли по толщине закаленного слоя с мартенситной структурой, т. е. по толщине слоя с твердостью $HRC=60$. Прокаливаемость сталей определена по появлению небольших сечений (10-25 мм) разрушенной части испытуемых образцов или распределению твердости по сечениям. Предварительная закалка образцов независимо от температуры первого нагрева не вносит существенных изменений в прокаливаемость стали У8 при повторной закалке. Результаты показали, что прокаливаемость по мартенситной зоне составляет ≈ 3 мм, что соответствует реальному критическому диаметру (10 мм) при охлаждении в воде.



Рис. 10. Аналитическая диаграмма испытаний на износостойкость

Исследования показали, что есть прямая связь между износостойкостью и состоянием тонкой структуры.

Штамповочный инструмент измерен до и после термообработки, чтобы оценить влияние промежуточного отпуска на деформацию штамповочного инструмента в производственных условиях.

Стойкость обработанных в стандартном режиме штампов составляла $6\div 10$ тыс. штамповок. Стойкость просечного инструмента, обработанного закалкой с промежуточным отпуском составила: $27\div 34$ тыс. штамповок для матрицы с твердостью $HRC=60\div 62$, $16\div 30$ тыс. штамповок для матрицы с $HRC=58\div 60$.

Таким образом, за счет промежуточного отпуска холодноштамповочного пуансона при температуре 450°C удалось полностью исключить внутренние напряжения, возникающие в результате предварительной закалки, обеспечив при этом устойчивость структуры с высоким уровнем плотности дислокаций.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведенных результатов диссертационной работы доктора философии по техническим наукам (PhD) на тему: «Совершенствование технологии термического упрочнения для повышения стойкости инструмента холодной штамповки» представлены следующие выводы:

1. Разработана технология термической обработки рабочих частей пуансонов и матриц. Это позволило увеличить срок службы рабочих поверхностей холодноштамповочного инструмента.

2. Разработан изотермический режим усовершенствованной термической обработки холодноштампуемого пуансона с промежуточным отпуском при температуре 450°C . Это послужило снижению металлоемкости при производстве пуансонов для холодной штамповки.

3. Разработана технология термообработки путем нагрева матрицы при высокой температуре. Это позволяет снизить капитальные затраты на термообработку матрицы.

4. Определено, что при наличии остаточного аустенита в полумартенситной зоне в инструментальных сталях не образуются трещины пластичности. Это служит для обеспечения высоких эксплуатационных свойств штамповочного инструмента.

5. Разработана усовершенствованная технология термической обработки с промежуточным отпуском для повышения стойкости инструментов холодной штамповки. Это позволяет существенно снизить внутренние напряжения после предварительной закалки сталей.

6. Установлено, что влияние предварительной закалки, промежуточного отпуска при температуре 450°C и окончательной закалки при температуре 820°C на формирование мелкозернистых (№ 7-9) кристаллических зерен в структуре стали У8 велико, в результате удалось повысить эксплуатационные свойства стали до высокого уровня на 10-15 %.

7. Промежуточный отпуск и закалка инструментальных сталей, применяемых для холодной листовой штамповки позволяет увеличить срок службы штамповочного инструмента в 2-3 раза по сравнению со сталями, подвергнутыми термической обработке по действующей технологии.

**SCIENTIFIC COUNCIL DSc.03/30.12.2019.T.03.04
ON THE SCIENTIFIC DEGREE GUIDE AT THE
TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY**

TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY

TASHMATOV RAVSHAN KOBILOVICH

**IMPROVING HEAT STRENGTHENING TECHNOLOGY TO INCREASE
THE TOOL LIFE OF COLD FORMING**

05.02.01 – Materials science in mechanical engineering. Foundry production. Thermal and pressure treatment of metals. Metallurgy of ferrous, non-ferrous and rare metals. Technology of rare, noble and radioactive elements (directions foundry production and metal processing)

**ABSTRACT OF DOCTOR OF PHILOSOPHY (PHD)
ON TECHNICAL SCIENCES**

Tashkent – 2024

The theme of Doctor of Philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission at the ministry of Higher education, science and innovations of the Republic of Uzbekistan under number B2022.2.PhD/T2856.

The dissertation was completed at the Tashkent State Technical University named after Islam Karimov.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian and English (resume)) on the website (www.tstu.uz) and on Information-educational portal “ZiyoNet” (www.ziyo.net)

Scientific supervisor:

Berdiev Darob Muratovich

Doctor of Technical Sciences, professor

Official opponents:

Norkhudjaev Fayzulla Ramazanovich

Doctor of Technical Sciences, professor

Begatov Jahongir Muhammadjonovich

Doctor of Philosophy of technical sciences, associate professor

Leading organization:

Almalyk branch of NUST MISIS

The defense of the dissertation consists of «16» march 2024 at 11⁰⁰ hours at a meeting of the Scientific Council .No DSc.03/12.2019.T.03.04. under the Tashkent State Technical University of Uzbekistan (Address: 100095, Tashkent, Universitetskaya St., 2. Tel./fax: (99871) 227-10-32, e-mail: tadqiqotchi@tdtu.uz)

The dissertation can be found in the Information Resource Center of Tashkent State Technical University (registered for №373). (Address: 100095, Tashkent, Universitetskaya St., 2. Tel. / Fax: (99871) 227-10-32)

Abstract of the dissertation sent «2» march 2024

(register of the distribution protocol №175 from «2» march 2024)

K.A.Karimov

Chairman of the Award Scientific Council accounting degrees, doctor of technical sciences, professor

Sh.B.Tashbulatov

Scientific Secretary of the Scientific Council for Award accounting degrees, doctor of philosophy in technical sciences, (PhD)

N. Dj.Turakhodjaev

Chairman of the Scientific Seminar at the Scientific Council by award of accounting degrees, Doctor of Technical Sciences, Professor

INTRODUCTION (Abstract for the dissertation Doctor of Philosophy (PhD))

The purpose of the study is improvement of technology for increasing the durability of cold stamping tools using heat treatment.

The objectives of the research:

- analysis of emerging problems in heat-treated sheet metal cold forming equipment;
- determination of the influence of intermediate tempering temperature and holding time on the structure of pre-hardened steel;
- analysis of the influence of intermediate tempering with hardening on the structure and properties of steel;
- determination of the influence of heat treatment with intermediate tempering on the hardenability of steels;
- Based on the results of the analysis, an improved heat treatment technology with non-traditional intermediate tempering was developed to increase the tool life of cold sheet metal stamping.

The object of the study is widely used punches and dies for cold sheet stamping, mass-produced from U8 steel grades OPK-1, OPM-1, OPKCh-2, OPKCh-3.5, OPB-3, OPCh-2, OPMD, MV R- 14, OMCH-3 and others.

The object of the research work is the process of formation of dislocation density in the crystalline structure of steels and the initial structure convenient for their hardening, as well as the process of ensuring the durability of steel parts by means of intermediate heat treatment.

Research methods. To determine the chemical composition of the samples under study and the microstructure of the alloy, a Carl Zeiss Axiovert 40 MAT and OLYMPUS instrument was used, MBS -2 was used to analyze the macrostructure of the alloy, and TSh -2 M equipment was used to determine the hardness of the alloy. TK -2, to determine hardness, analytical methods of end hardening and state standards were used to determine their physical and mechanical properties and performance indicators.

The scientific novelty of the research work is as follows:

a technology has been developed for heat treatment of the working parts of punches and dies, based on the location of the formation of stress forces that arise during stamping of steel sheets;

based on the diagram of the isothermal transformation of austenite, an isothermal heat treatment regime for a cold-formed punch was developed, improved by intermediate tempering at a temperature of 450°C;

a heat treatment technology has been developed by heating the matrix at high temperatures, based on the formation of initial austenite grains at the ferrite-cementite boundary as a result of the transformation of pearlite into austenite;

It has been established that in the presence of retained austenite in the zone of formation of incomplete martensite during the hardening process, cracks do not form in tool steels;

The technology of heat treatment with intermediate tempering has been improved in order to increase the durability of cold sheet stamping tools.

Practical implications of the study:

Uzmetkombinat JSC has introduced the technology of heat treatment of the working parts of the punch and dies;

an isothermal mode of improved heat treatment of a cold sheet stamping punch was introduced by intermediate heating at 450°C.

heat treatment technology was introduced by heating the matrix at high temperature.

Implementation of research results.

Results improvements in technology for increasing the durability of cold stamping tools using heat treatment are as follows:

- in the workshop for the production of consumer goods of Uzmetkombinat JSC, a technology for heat treatment of working parts of dies and dies was introduced (certificate of Uzmetkombinat JSC dated 05/26/2022). As a result of implementation, the service life of the working surfaces of punches and dies increased by 1.2-1.3 times;

- in the workshop for the production of consumer goods of Uzmetkombinat JSC, an improved isothermal mode of heat treatment of cold stamping punch with intermediate tempering at a temperature of 450°C (certificate of Uzmetkombinat JSC 05/26/2022). As a result of implementation, metal consumption decreased by 12-15%;

- in the workshop for the production of consumer goods of Uzmetkombinat JSC, heat treatment technology was introduced by heating the matrix at high temperature (reference from Uzmetkombinat JSC May 26, 2022). As a result, capital costs for heat treatment of the matrix decreased by 15-20%.

Structure and scope of the thesis. The dissertation consists of an introduction, 5 chapters, a conclusion, lists of published works and used literature. The volume of the thesis is 120 pages.

E'LON QILINGAN ISHLAR RO'YXATI
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I bo'lim (I часть; Part I)

1. Berdiyev D.M., Tashmatov R.K.. Po'latlarga noan'anaviy termik ishlov berishda struktura o'zgarishining xususiyatlari // Mexanika muammolari ilmiy - texnik jurnali, №3. 2020. 137-140 b., Toshkent. O'zR FA. (05.00.00; №6).

2. Berdiyev D.M., Umarova M.A., Tashmatov R.K.. Po'latlarga termik ishlov berishda struktura o'zgarishining xususiyatlari // FarPI ilmiy - texnik jurnali. Tom 24. №4. 2020. 152-155 b. (05.00.00; №20).

3. Бердиев Д.М., Ташматов Р.К. Влияние режим температуры нагрева на свойства стали // Научно-технический журнал ФерПИ. Том 25. №1. 2021. с. 28-32. (05.00.00; №20).

4. Бердиев Д.М., Ташматов Р.К., Абдуллаев А.Х. Повышение стойкости инструмента холодной штамповки методом нестандартных режимов термической обработки // Горный Вестник Узбекистана. Научно-технический и производственный журнал. №1 (88) 2022. с. 89-91. (05.00.00; №7).

5. Ташматов Р.К. Увеличение стойкости штампов холодной штамповки листов термической обработки // Композиционные материалы. Узбекский научно-технический и производственный журнал. №1/2022. с. 62-64. Ташкент. Издательство Уз РНТК «Фан ва тараккиёт». (05.00.00; №13).

6. Бердиев Д.М., Ташматов Р.К. Влияние на стойкость инструмента холодной штамповки режима термической обработки // Научно-технический журнал ФерПИ. Том 26. №1. 2022. с. 148-151. (05.00.00; №20).

7. Berdiyev D.M., Yusupov A.A., Umarova M.A., Tashmatov R.K., Saydumarov B.M., Makhmudova N.A., Akhmadaliev Sh.Sh.. Distinctive Features of Phase and Structural Transformations in Unconventional Modes of Thermal Treatment of Structural Steel // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol.6, Issue 11, November 2019/India. pp. 11704-11706. [Osiyo mamlakatlari (05.00.00.; №8)].

8. Бердиев Д.М., Ташматов Р.К. Особенности фазовых и структурных превращений конструкционных сталей при нетрадиционных режимах термической обработки // Вестник машиностроения. – Москва, 2020. – №10. – С. 63-65. [Mustaqil davlatlar hamdo'stligi mamlakatlari (05.00.00.; №13)].

9. Berdiyev D.M., Yusupov A.A., Tashmatov R.K. Influence of parameters of non-standard modes of heat treatment on increasing the wear resistance of steel products // Scientific-technical journal: STJ FerPI. 2021. Vol. 25. Iss. 1, Article 2. Pp 20-27. (05.00.00.; №20)

10. Бердиев Д.М., Юсупов А.А., Ташматов Р.К. Повышение стойкости штампов холодной штамповки закалкой с промежуточным отпуском // Вестник машиностроения. – Москва, 2022. – №7 – с. 61-63. [Mustaqil davlatlar hamdo'stligi mamlakatlari (05.00.00.; №13)].

11. Бердиев Дороб Муратович, Равшан Кобилович Ташматов, Абдуманнон Холдорович Абдуллаев, Гулчехра Мураджановна Камилова.

Повышение стойкости штампов холодной штамповки методом термического обработки // «Universum: технические науки» научный журнал. Выпуск: 10(103). Октябрь 2022. Часть 1. с. 65-69.

12. Бердиев Д.М., Тошматов Р.К., Абдуллаев А.Х. Повышение стойкости штампов холодной штамповки закалкой с промежуточным отпуском // Литьё и металлургия научно-производственный журнал, 2022. №3. с. 91-95 Белоруссия, Минск.

13. Berdiev D.M., Toshmatov R.K. Phase and Structural Transformations of Structural Steels in Nontraditional Heat Treatment // Russian Engineering Research, 2021, Vol. 41, No. 1, pp. 46-48 (Scopus). [Amerika mamlakatlari (05.00.00.; №27)].

14. Berdiev D.M., Yusupov A.A., Toshmatov R. K., Abdullaev A.Kh.. Increasing Die Durability in Cold Stamping by Quenching with Intermediate Tempering // Russian Engineering Research, 2022, Vol. 42, No. 10, pp. 1011-1013 (Scopus). [Amerika mamlakatlari (05.00.00.; №27)].

II bo‘lim (II часть; Part II)

15. Tashmatov R.K. Increasing the resistance of steel products by the method of non-standard heat treatment modes // “Mashinasozlikda fan, ta’lim va ishlab chiqarishning integratsiyasi: tendensiyalar, muammolar va yechimlar” mavzusida respublika miqiyosidagi ilmiy-texnik anjuman. 19.05.2022 yil. Toshkent. 212-214 b.

16. Tashmatov R.K. Sovuq holda list shtamplash uchun foydalaniladigan po‘latga termik ishlov berish orqali strukturaviy ko‘rsatkichlarini o‘zgartirish yordamida ekpulatatsion xossasini oshirish // “Materialshunoslik, materiallar olishning innovatsion texnologiyalari va payvandlash ishlab chiqarishning dolzarb muammolari - 2022” Respublika ilmiy-texnik anjumani. 19.11.2022 y. Toshkent. 472-474 b.

17. Бердиев Д.М., Ташматов Р.К.. Повышение абразивной износостойкости сталей // Техника и технологии машиностроения VI Международной научно-технической конференции (Омск, 20-21 апреля 2017 г.), с. 3-8

18. Бердиев Д.М., Ташматов Р.К., Муродов А.С. Повышение абразивной износостойкости малоуглеродистых сталей термической обработкой с двойной фазовой перекристаллизацией // Международная научно-практическая интернет конференция студентов и магистров. Литьё и металлургия 2018. 15-16 ноября 2018. с. 42-43. Белоруссия.

19. Бердиев Д.М., Ташматов Р.К., Аброров Ш.Ш.. Изменение фазовых и структурных превращений при нетрадиционных режимах термической обработки стали // Техника и технологии машиностроения IX Международной научно-технической конференции (Омск, 8-10 июнь 2020 г.) с. 42-46

20. Бердиев Д.М., Умарова М.А., Ташматов Р.К.. Повышение износостойкости стальных изделий методом нестандартных режимов

термической обработки // «Техника и технология машиностроения» X - Международная научно-практическая конференция. г. Омск, 26-28 апреля 2021 г. с. 58-64

21. Бердиев Д.М., Ташматов Р.К. Увеличение стойкости штампов холодной штамповки режимом закалки с промежуточным отпуском // Международной научной и научно-технической конференции «Практические и инновационные научные исследования: актуальные проблемы, достижения и новшества» г. Ташкент, 6 декабря 2021 г. с. 306-307

22. Tashmatov R.K. Oraliq bo'shatish tartibi bilan sovuq holda ishlaydigan shtamplarning chidamlilik muddatini oshirish // "Quymakorlik ishlab chiqarish sohasida resurs va energiyatejamkor innovatsion texnologiyalar" mavzusidagi xalqaro miqiyosdagi ilmiy va ilmiy-texnik anjuman. 23-24 mart, 2022, Toshkent. 401-403 b.

23. Tashmatov R.K. Sovuq holda shtamplashda foydalaniladigan po'latlarga termik ishlov berish tartibi orqali toblangan po'latlarni qayta kristallanishidagi struktura ko'rsatkichlari // "Quymakorlik ishlab chiqarish sohasida resurs va energiyatejamkor innovatsion texnologiyalar" mavzusidagi xalqaro miqiyosdagi ilmiy va ilmiy-texnik anjuman. 23-24 mart, 2022, Toshkent. 408-411 b.

24. Tashmatov R.K.. Increasing the wear resistance of steel products by non-standard heat treatment modes // II International scientific and scientific-technical conference "Problems and prospects of innovative technique and technology in agri-food chain" April 22-23, Tashkent-2022. pp. 302-303.

25. Бердиев Д.М., Ташматов Р.К., Камилова Г.М. Повышение стойкости штампов холодной штамповки закалкой с промежуточным отпуском // «Техника и технология машиностроения» XI Международная научно-практическая конференция. г. Омск, 26-28 апреля 2022 г. с. 76-82

26. Darob M. Berdiev, Ravshan K. Tashmatov, Muhammed İhsan Özgün. Microstructural Investigations In Increasing The Durability Of Cold Forging Dies (U8 Steel) By The Method Of Double Heat Treatment // ISC'22 2nd International Symposium on Characterization 22-25 September 2022 Afyonkarahisar, Türkiye". pp. 330-335.

27. Ташматов Р.К., Дехконов Ж.Г., Ибрагимова Ю.А. Микроструктурные исследования при увеличении стойкости штампов холодной штамповки методом двойной термической обработки // V Международная научно-практическая интернет конференция студентов и магистрантов «Литьё и металлургия 2022» г. Минск, 24-25 ноября 2022 г. с. 185-187.

28. Бердиев Д.М., Ташматов Р.К., Комилова Г.М. Усовершенствование технологии термической обработки штампов холодной штамповки // Белорусско-Узбекский инновационный форум. 14-15 марта 2023 г. Беларусь-Узбекистан: Формирование рынка инновационной продукции. с. 37-40.

29. Бердиев Д.М., Ташматов Р.К. Определение глубины прокаливаемости листовых штампов из углеродистых сталей. // Современные технологии для заготовительного производства. г. Минск. 27 апреля 2023 г. с. 153-155.

Avtoreferat ToshDTU “TEXNIKA FANLARI VA INNOVATSIYA” jurnali tahririyatida tahrirdan o‘tkazilib, o‘zbek, rus va ingliz tillaridagi matnlar o‘zaro muvofiqlashtirildi.

Bosmaxona litsenziyasi:



9338

Bichimi: 84x60 ¹/₁₆. «Times New Roman» garniturasini.
Raqamli bosma usulda bosildi.
Shartli bosma tabog‘i: 2,75. Adadi 100 dona. Buyurtma № 18/24.

Guvohnoma № 851684.
«Tipograff» MCHJ bosmaxonasida chop etilgan.
Bosmaxona manzili: 100011, Toshkent sh., Beruniy ko‘chasi, 83-uy.